

# AGUA, MEGACIUDADES Y CAMBIO CLIMÁTICO



Retrato de 15 ciudades emblemáticas del mundo



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



ARCEAU  
Île-de-France

# AGUA, MEGACIUDADES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Retrato de 15 ciudades emblemáticas del mundo



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Programa  
Hidrológico  
Internacional



ARCEAU  
Île-de-France

Publicado en 2016 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura,  
7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia  
y ARCEAU IdF, 16 rue Claude Bernard 75005 Paris, Francia

© UNESCO / ARCEAU IdF 2016

ISBN 978-92-3-300051-3



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO [CC-BY-SA 3.0 IGO] (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto ([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp)).

(INCLUYA LA SIGUIENTE INFORMACION SI LA PRESENTE PUBLICACION ES UNA TRADUCCION DE UN TITULO ORIGINAL)

Título original: Water, Megacities & Global Change. Portraits of 15 Emblematic Cities of the World

Publicado en 2016 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura / ARCEAU IdF

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO y ARCEAU IdF en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO y ARCEAU IdF ni comprometen a las 2 organizaciones.

Creación gráfica: id bleue ([idbleue.com](http://idbleue.com)) - Ilustración de la cubierta: © Dragana Gerasimoski  
Impreso en París, Francia

# Agradecimientos

La edición de este libro ha sido una aventura maravillosa que fue posible gracias a la contribución voluntaria de 27 autores procedentes de todo el mundo y también al apoyo financiero e intelectual de tres principales instituciones: CONAGUA (Comisión Nacional del Agua de México), SUEZ Environnement y SIAAP (Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne). En este sentido, nos gustaría expresar aquí nuestra inmensa gratitud hacia ellos: sus conocimientos, entusiasmo y apoyo permanente han sido un elemento inspirador y esencial para nosotros durante el proceso de coordinación.

Un especial agradecimiento también al Urban Infrastructure Institute de la New York University, a la Japan Water Works Association y a la International Water Association.

**Los coordinadores**



# Autores

## **Agua, Megaciudades y Cambio Global: Desafíos y Soluciones**

*Cléo Lossouarn*, Jefa de Proyecto, Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP)

## **Igualdad de Género, Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Megaciudades**

*Vasudha Pangare*, Consultora independiente

## **Beijing**

*Sun Fenghua*, Director, Drainage Division, Beijing Water Authority

## **Buenos Aires**

*Emilio J. Lentini*, Profesor Asociado, Universidad de Buenos Aires

## **Chicago**

*Tim Loftus*, Profesor de prácticas en Geografía y Responsable de la Cátedra sobre Conservación del Agua, Texas State University  
*Mary Ann Dickinson*, Presidente, Alliance for Water Efficiency

## **Ciudad Ho Chi Minh**

*Tien Dung Tran Ngoc*, Investigador, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau - Ho Chi Minh City University of Technology/ Faculty of Environment and Natural Resources

*Morgane Perset*, Investigadora, Centre de prospective et d'études urbaines - PADDI, Région Auvergne Rhône-Alpes/HCMC People Committee

*Emilie Strady*, Investigadora, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau - Ho Chi Minh City University of Technology/ Laboratoire d'Etude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS/IRD

*Thi San Ha Phan*, Investigadora, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau - Ho Chi Minh City University of Technology

*Georges Vachaud*, Investigador, Researcher, Laboratoire d'Etude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS/IRD

*Fanny Quertamp*, Investigadora, Centre de prospective et d'études urbaines - PADDI, Région Auvergne Rhône-Alpes/HCMC People Committee

*Nicolas Gratiot*, Investigador, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau - Ho Chi Minh City University of Technology/ Laboratoire d'Etude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS/IRD

## **Estambul**

*Izzet Ozturk*, Profesor, Istanbul Technical University

*Dursun Atilla Altay*, Director General, Istanbul Water and Sewerage Administration (ISKI)

## **Lagos**

*Akomeno Oteri*, Director General, Akute Geo-Resource Ltd.

*Rasheed A. Ayeni*, Director General, Hanorado Global Solutions Nig Ltd.

## **Londres**

*Jo Parker*, Director Técnico Technical Director, Watershed Associates Ltd.

## **Los Ángeles**

*Adel Hagekhalil*, Subgerente, Bureau of Sanitation of the City of Los Angeles

*Inge Wiersema*, Vicepresidenta, Regional Planning Manager, Carollo Engineers

## **Manila**

*Arjun Thapan*, Presidente, WaterLinks

## **México**

*Rubén Chávez*, Gerente de Aguas Subterráneas, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

## **Mumbai**

*Ashok Hukku*, General de División (Retd.), TechVision Security Consultants Pvt Ltd.

*Jairaj Phatak*, Comisionado Municipal, Municipal Corporation of Greater Mumbai

## **Nueva York**

*Angela Licata*, Vicecomisario, New York City  
Department of Environmental Protection

## **París**

*Jean-Pierre Tabuchi*, Jefe de Proyecto, Syndicat  
interdépartemental pour l'assainissement de  
l'agglomération parisienne (SIAAP)

*Bruno Tassin*, Director de Investigación, Ecole  
des Ponts ParisTech (LEESU)

*Cécile Blatrix*, Profesora de Ciencias Políticas,  
AgroParisTech - Institut des sciences et  
Industries du Vivant et de l'Environnement

## **Seúl**

*Yonghyo Park*, Ingeniero, K-water

*Kwansik Cho*, Director Ejecutivo, Seoul  
Metropolitan Region, K-Water

## **Tokio**

*Ei Yoshida*, ex Director General, Tokyo  
Metropolitan Waterworks Bureau

*Kiyotsugu Ishihara*, Director General, Tokyo  
Metropolitan Sewerage Bureau

*Yugi Daigo*, Director General, Tokyo  
Metropolitan Waterworks Bureau

## **COORDINADORES**

*Alice Aureli*, UNESCO-PHI

*Jean-Claude Deutsch*, ARCEAU-IdF

*Géraldine Izambart*, ARCEAU-IdF

*Blanca Jiménez-Cisneros*, UNESCO-PHI

*Cléo Lossouarn*, SIAAP

*Ismael Madrigal*, UNESCO-PHI

*Alexandros Makarigakis*, UNESCO-PHI

*Bruno Nguyen*, UNESCO-PHI

*François Prévot*, ARCEAU-IdF

*Irina Severin*, ARCEAU-IdF

*Jean-Pierre Tabuchi*, SIAAP

*Bruno Tassin*, ARCEAU-IdF

# Índice

**11** Prólogo

**12** Prefacio

**14** Agua, Megaciudades y Cambio Global: Desafíos y Soluciones

**32** Igualdad de Género, Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Megaciudades

**36**

BEIJING

**40**

BUENOS AIRES

**44**

CHICAGO

**48**

CIUDAD HO CHI MINH

**52**

ESTAMBUL

**56**

LAGOS

**60**

LONDRES

**64**

LOS ÁNGELES

**68**

MANILA

**72**

MÉXICO

**76**

MUMBAI

**80**

NUEVA YORK

**84**

PARÍS

**88**

SEÚL

**92**

TOKIO

**94** Lista de ilustraciones

# Prólogo

La conferencia internacional "Agua, Megaciudades y Cambio Global", celebrada en la UNESCO en París en diciembre de 2015 en ocasión de la COP21, puso de relieve el papel central de las ciudades en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y especialmente, el Objetivo 6 de la Agenda 2030 para garantizar el acceso universal a los servicios de agua y saneamiento.

Este libro-presentación de 15 ciudades emblemáticas, publicado conjuntamente por la UNESCO y ARCEAU-IdF, es a la vez, el resultado de presentaciones científicas concretas, y un llamado a una movilización general en favor del diseño de políticas urbanas sostenibles que el mundo requiere. Todos estos centros urbanos comparten muchos puntos comunes: un tamaño gigantesco, desequilibrios entre barrios ricos y barrios pobres, una presión ambiental e industrial sobre los recursos naturales de toda una región, por no hablar de la carga económica que representan para todo un país, y los recursos culturales, científicos y educativos que ofrecen.

Las Naciones Unidas contaban tres megaciudades en 1970, 10 en 1990 y 28 megaciudades en 2014. Según las proyecciones, habrá 41 en 2030, todas localizadas en los países menos desarrollados. Estas ciudades, a menudo no han tenido ni el tiempo ni los medios para desarrollar sus servicios urbanos, incluyendo el acceso al agua, el saneamiento y el drenaje de las aguas pluviales. Esta situación crea vulnerabilidades profundas y complejos desafíos. Es esencial que las megaciudades compartan sus experiencias para desarrollar servicios que satisfagan las necesidades de sus habitantes. La gestión inclusiva del agua es también la respuesta a muchos retos sociales, principalmente los relacionados con la desigualdad de género, teniendo presente que son las mujeres las que son más afectadas por la falta de acceso al agua y las que desempeñan una importante responsabilidad en el mejoramiento de la gestión de los recursos.

Este libro es un hito en el proceso de creación de una alianza de megaciudades en favor del agua frente al cambio climático, con la que la UNESCO está muy comprometida a través de su Programa Hidrológico Internacional (PHI). La cooperación en materia de agua debe realizarse a todos los niveles - entre los gobiernos, entre y dentro de las sociedades y en el corazón de las ciudades. Las megaciudades simbolizan el principio de la "limitación creativa", en la que situaciones infinitamente complejas estimulan la movilización de un número importante competencias, expertos e iniciativas para hacerles frente. En esta nueva era de límites en la que hemos entrado - límites de nuestros recursos, límites de nuestro planeta - la inventiva humana y el respeto a la dignidad de cada uno, representan nuestros recursos renovables por excelencia. Tenemos que liberar este potencial. Es finalmente esto también la fuerza de una ciudad: capacidad para reunir competencias, para vivir y trabajar juntos hombres y mujeres en la diversidad, para construir un futuro sostenible.

**Irina Bokova, Directora General de la UNESCO**

# Prefacio

Cada una de las megaciudades en esta publicación tiene condiciones locales específicas que caracterizan sus condiciones geográficas, climáticas, hidrogeológicas, demográficas y económicas. Sin embargo, también comparten desafíos similares en materia de gobernabilidad del agua con múltiples actores concentrados en sus propios deberes y preocupaciones. Por ejemplo, pueden trabajar conjuntamente para elaborar soluciones para la adaptación al cambio climático. La problemática del agua en las grandes ciudades incluye demasiados aspectos concentrados en un pequeño número de manos. Para lograr una visión global se requiere de la cooperación entre los expertos de múltiples disciplinas.

La génesis de esta publicación se llevó a cabo en la región parisina en Francia, sede de la UNESCO y de ARCEAU, la asociación de actores regionales del agua. Fue publicada en el marco de la Conferencia Internacional “Agua, Megaciudades y Cambio Global”, celebrada durante la COP21 en París.

En nuestra opinión, el caso de París demuestra que la cooperación entre las autoridades locales y regionales en torno a los problemas y desafíos del agua es posible en una escala amplia. Por lo tanto, quizá no resulte sorprendente que esta iniciativa haya surgido de la megaciudad del Gran París.

En 2015, una nueva ley francesa sobre la organización del territorio francés estableció la metrópoli del Gran París. Esta metrópoli comparte numerosas características con otras grandes ciudades del mundo occidental. Sus redes de agua y saneamiento fueron diseñadas y desarrolladas durante el siglo XIX, y la cumbre de la expansión urbana ha ido y venido. La única diferencia radica quizás en el hecho de que el río Sena, en el que se descarga tanto el agua tratada y no tratada, tiene un flujo relativamente bajo.

Las características de la organización institucional del Gran París son igualmente similares a otras megaciudades. Múltiples actores están presentes los que van desde los ciudadanos comunes a los servicios públicos, pasando por una serie de autoridades locales. París, como ciudad central, tiene una importante especial en relación con otras ciudades del área metropolitana que constituyen los suburbios. Sin embargo, París presenta una división en tres niveles: municipal, departamental e interdepartamental, para la gestión del saneamiento y la distribución de agua, realizada por tres grandes sindicatos (dos que operan bajo un régimen semipúblico y semiprivado y otro más mediante un régimen público).

Un breve análisis de los principales actores y de sus acciones pone de evidencia algunos puntos interesantes. Los principales operadores están acostumbrados a interactuar con sus homólogos extranjeros y a tratar de producir innovaciones que les permitan gestionar mejor sus redes ya sea para el saneamiento o bien para el agua potable. Esta tradición les ha otorgado reconocimiento y les ha permitido posicionarse en congresos internacionales. La generación actual ha continuado con esta tradición lo que le ha permitido, entre otros, la rehabilitación de la gran planta de tratamiento de la comuna francesa de Achères, así como la gestión automatizada de las redes.

Uno de los pocos laboratorios que trabajan en Francia sobre el tema del agua urbana se encuentra en la región parisina. Sus investigadores, en colaboración con otros, son los responsables de haber desarrollado técnicas para el control de aguas pluviales a nivel de la fuente. También han estado a la vanguardia en lo que respecta al conocimiento de la contaminación de las descargas de aguas residuales en temporada de lluvias mediante el desarrollo de sistemas de medición y herramientas de modelación. Otros laboratorios, tanto públicos como privados, han realizado también logros

importantes en materia de técnicas de tratamiento de aguas residuales y tratamiento de agua potable. Desafortunadamente, estos avances han sido poco difundido a nivel internacional.

Finalmente, a principios de la década de 2000, los parlamentarios locales tomaron un renovado interés en la gestión del agua, siguiendo la tradición de sus predecesores de los años de entre las dos guerras mundiales, quienes crearon un sistema de tratamiento de aguas residuales para toda el área metropolitana de París e intentaron establecer una gestión compartida del suministro de agua.

Todos estos actores son personas notables. Una coincidencia afortunada se produjo en 2013 cuando todos se reunieron en torno a un proyecto para valorar los trabajos de investigación y las experiencias locales, lo que dio origen a la conferencia internacional "Agua, Megaciudades y Cambio Global", celebrada en 2015 en París. Esta configuración es, creo, bastante única en el mundo actual.

Esto nos lleva a una pregunta clave: ¿Qué conocimientos pueden esperar obtener los interesados de esta publicación?

El mero acto yuxtaponiendo las monografías de las 15 megaciudades nos revela una serie de conclusiones, la más importante se presenta en el primer capítulo, "Agua, Megaciudades y Cambio Global: Retos y Soluciones". Este capítulo se centra tanto en los problemas comunes de estas aglomeraciones urbanas, así como en los aspectos específicos de cada megaciudad. El campo de estudio es ya bastante amplio ya que incluye la gestión de las redes y los riesgos, las relaciones entre el agua y la planificación urbana, y los aspectos económicos y la gobernanza. Al mismo tiempo, este estudio reconoce los límites de la interpretación, como la definición de una "megaciudades" que varía necesariamente de una monografía a otra. Esta falta de una definición única unificadora puede originar alguna frustración entre los investigadores. Sin embargo, esta publicación pone de relieve la necesidad de un análisis más profundo de los temas específicos planteados por la gestión del agua urbana en las grandes aglomeraciones urbanas.

Estas interrogantes no sólo se refieren a las acciones que se pueden implementar para mejorar la gestión del agua: una planta de tratamiento de aguas residuales para varios millones de personas no funciona de la misma manera que una que da servicio a unos pocos miles de habitantes. De la misma manera, una alta tasa de crecimiento urbano inducirá a reflexionar sobre la calidad y cantidad del agua que será distribuidas. Estas preguntas se refieren también a las soluciones que se pueden implementar para mitigar o para adaptarse al cambio climático, gracias al potencial de la investigación y la innovación en las universidades y las asociaciones públicas. La extensión de este enfoque conducirá inevitablemente a cambios a nivel de gobierno quien es el responsable de implementar finalmente las soluciones pertinentes.

**Jean-Claude Deutsch, Presidente de ARCEAU-IdF**





# Agua, Megaciudades y Cambio Global: Desafíos y Soluciones

**Cléo Lossouarn,**  
Jefa de Proyecto,  
SIAAP

## INTRODUCCIÓN

No es ninguna novedad hablar del crecimiento urbano y de la aparición del fenómeno megalopolitano derivado del crecimiento acelerado de la cantidad de ciudades con más de 10 millones de habitantes. De forma similar, los procesos de cambio climático son también objeto de estudio, desde distintas perspectivas, como parte de enfoques con carácter más operativos o de investigación. El objetivo aquí es entonces poner de relieve el impacto de esos cambios globales (crecimiento urbano y el clima) en las megaciudades, sus recursos y sus servicios de agua y saneamiento. Lo que surge es una vulnerabilidad singular, ya que, al concentrarse poblaciones, servicios y bienes en las megaciudades, amplifica las consecuencias de los riesgos relacionados con el agua, por ejemplo, inundaciones a gran escala, la falta de recursos, la contaminación ambiental y otros desafíos.

Esta aportación es una síntesis monográfica de 13 megaciudades; estas monografías formaron parte de la Conferencia Internacional: "Agua, Megaciudades y Cambio Global". La información que fundamenta este capítulo proviene en su totalidad de dichos trabajos redactados conjuntamente en su mayoría por los operadores, generalmente en colaboración con los investigadores.

## Demografía y Territorios en el Siglo XXI

La identificación de los límites territoriales de una megaciudad plantea el interrogante de cómo definir una megaciudad. Si nos enfocamos al factor poblacional presenta, por un lado, el riesgo de no tener en cuenta la influencia económica de la megaciudad, que a menudo es muy superior al del territorio nacional. Por otro lado, el crecimiento demográfico ha dado lugar a un crecimiento urbano que modifica de forma considerable el territorio y excede ampliamente los límites administrativos. El desarrollo urbano afecta profundamente la relación que las megaciudades desarrollan con su área de influencia económica y su territorio interior. De ahí que, el análisis de un desafío como el del agua a una escala megalopolitana, es un ejercicio complejo que supone una opción previa entre el límite administrativo, el área urbana o el área que cubre un operador del servicio. En este sentido, las elecciones hechas por los autores de las monografías son obviamente el reflejo de la institución a la que pertenecen. Los investigadores y las administraciones suelen tener una visión más global del territorio, y los operadores presentan un análisis más técnico confinado al tema tratado.

Todas las megaciudades deben abordar retos demográficos y medioambientales. No obstante, para algunas éstas, el crecimiento urbano y poblacional es la causa principal de la vulnerabilidad de los recursos hídricos; y para otras, las cuestiones medioambientales constituyen los grandes retos.

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LAS MEGACIUDADES DE ACUERDO CON DIFERENTES FUENTES

	Número de habitantes en millones <sup>1</sup>	Clasificación	Número de habitantes en millones <sup>2</sup>	Clasificación	Número de habitantes en millones <sup>3</sup>	Clasificación
Tokio	37.8	1	42.7	1	13	5
Manila	12.7	18	24.2	6	12	10
Nueva York	1.5	9	23.7	7	8.4	12
Lagos	12.6	19	22.8	8	23.3	1
Mumbai	20.7	6	21.9	9	12.4	9
Beijing	19.5	8	21.5	11	21.1	3
México	20.8	4	20.8	12	22	2
Los Ángeles	12.3	20	18.6	17	13	5
Estambul	13.9	15	14.3	21	14.5	4
Buenos Aires	15	13	14.2	22	12.8	8
Londres	10.2	27	13.6	24	13	5
París	10.7	25	12.4	29	11.9	11
Chicago	8.7	72	9.9	40	8.3	13

Fuentes: 1: World Urbanization Prospects (UN, 2015); 2: population data.net; 3: monografías.

# 1. LA VULNERABILIDAD AL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y URBANO

## EL CRECIMIENTO URBANO Y EL ACCESO A LOS SERVICIOS

Dos tipos generales de ciudades emergen -fruto de su historia y crecimiento demográfico - en relación a los activos legados en la distribución de agua y el saneamiento.

**Las ciudades más antiguas, como París, Londres, Nueva York y Estambul, fueron las primeras megaciudades.** Cuentan con una larga y algo lenta historia de inmigración y colonización; también han heredado un sistema cuyos activos legados tienen más de 100 años de antigüedad (la antigüedad del 50% de la red del Thames Water de Londres), **la cual ha sido ampliada paulatinamente.** Las inversiones regulares han permitido la renovación de su infraestructura, especialmente las estaciones de bombeo y las redes de suministro eléctrico; sobre todo, se ha podido ampliar gradualmente las redes del servicio de agua y saneamiento. En Estambul, la línea de conducción del Grand Melen (con un caudal de 35 m<sup>3</sup>/s) lleva agua potable a Estambul a una distancia de 190 km; es la versión contemporánea de la vía fluvial de 240 km que transportaba el agua de Vize a Estambul en la época romana. Las infraestructuras más antiguas se han beneficiado con la renovación y el mejoramiento, utilizando sistemas adicionales como la ozonización y las unidades de carbón activado. Para estas

megaciudades, los desafíos actuales están en los rubros de la mejora constante y en garantizar la calidad del agua distribuida.

**Las nuevas megaciudades han experimentado una muy reciente y rápida expansión.** Las infraestructuras de los centros históricos son diferentes de aquellas en las áreas recién urbanizadas. En general, el rápido crecimiento demográfico ha ejercido presión sobre los sistemas más antiguos del centro de la ciudad y ha puesto a prueba la fiabilidad de los servicios municipales, incluyendo su sistema de suministro de agua. Tal es el caso de Buenos Aires que, a principios del siglo XX, fue una de las ciudades con la mejor prestación de servicios, especialmente en términos de agua y saneamiento. Sin embargo, hacia 1940 se produjo una interrupción ocasionando la caída de la tasa de cobertura. La larga historia de 3,000 años de Beijing está estrechamente vinculada al agua; la ciudad cuenta con una población de más de 21 millones de habitantes, y ha crecido en unos 500,000 habitantes cada año ya que el sistema de abastecimiento de agua de 1990 de Beijing está conformado por un distribuidor público, lo que, hasta hace poco, fue complementado con más de 50,000 pozos autosuficientes y obras hidráulicas rurales colectivas.

**Satisfacer la demanda de agua potable** es otro reto para varias de las megaciudades presentadas. En Mumbai, el sistema de distribución es casi inexistente en los barrios marginales, donde vive el 56% de los habitantes de la ciudad. Del mismo modo, la continuidad del servicio para todos los usuarios no está garantizada donde existe una red. En Lagos, el organismo operador público, la Corporación de Agua de Lagos (LWC), sólo produce 349.000 m<sup>3</sup> frente a la demanda diaria de 2.9 millones de m<sup>3</sup>. Las poblaciones de la megaciudad de Lagos, y sus 200 barrios marginales (donde habitan las dos terceras partes de la población) han construido sus propios sistemas de agua potable, o se abastecen de los proveedores privados que operan pozos y pozos excavados, lo cual ha derivado en un sistema completamente desorganizado, sin llegar a satisfacer la demanda.



## CIFRAS CLAVES DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

	Cantidad total disponible por día (m <sup>3</sup> ) de agua potable y agua reciclada	Plantas de tratamiento	Longitud de las tuberías de distribución (km)	Conexiones	Tasa de cobertura(%)
Tokio	6 859 500	11	26 613	7 164 953	100
México	6 912 000	66			97
Beijing	10 090 000	68	12 000	3 710 000	
Lagos	2 541 600		2 395	178 900	8
Mumbai	4 128 000				50
Nueva York	3 800 000				
Estambul	5 904 000	12	18 000		
Londres					100
Buenos Aires	5 000 000	2	19 000	3 300 000	86
París	3 495 000	17	13 000	730 000	100
Manila	4 200 000				99
Chicago	3 770 000	2			100
Los Ángeles		1	11 688		100

Fuente: monografías.

## LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

### La eficiencia y el agua no facturada

Existen grandes diferencias en cuanto a la situación actual y las políticas a implementarse para reducir el agua no facturada en las megaciudades. En Chicago y Buenos Aires, las significativas pérdidas causadas por las tuberías envejecidas han sido admisibles debido a la abundancia del recurso, sin que se hayan tomado medidas o las que se tomaron solo ha sido recientemente; por el contrario, Mumbai y Estambul están realizando programas de mejora de desempeño a fin de reducir el agua no facturada, donde se alcanzó una reducción de 65% en 1994 al 24% en el 2014, con el organismo operador estableciendo una meta de entre el 15 y el 17% para el 2023. Las empresas de Londres y la Oficina Metropolitana de Agua de Tokio han realizado esfuerzos para lograr altos niveles de rendimiento que los ubican entre los líderes mundiales en relación con los índices de fuga. En el

caso de París, la salida de las redes de distribución mejoró drásticamente de un 55% a más del 90% entre 1960 y 2016.

### Medidores individuales

Dada la antigüedad de las viviendas, de las cuales una gran parte tienen más de 100 años, menos de una cuarta parte de los clientes residenciales en Londres no se les cobra en base a un medidor de agua, sino que se les factura en base al "valor catastral", es decir, el valor del inmueble; lo cual también es el caso de Buenos Aires, donde la política actual es un legado histórico; el valor de la factura se calcula en base a la "superficie cubierta por las instalaciones", la superficie del terreno, la edad y calidad de la construcción, así como el área donde está ubicada la propiedad. Sólo el 12% de los usuarios cuentan con el sistema de medición. No obstante, los medidores individuales se están adoptando de forma gradual en varias megaciudades. En Mumbai, por ejemplo, cerca del 75% de las conexiones domésticas cuentan con un medidor, y algunos barrios marginales se abastecen

de las fuentes públicas compartidas en las cuales se están instalando medidores paulatinamente. En la década de 1950 en Nueva York, también se instalaron medidores que permitían facturar en base al uso los cuales fueron instalados en respuesta a la sequía de varios años, con el fin de mejorar la regulación de la demanda.

### Las tarifas de agua

Los servicios de agua y saneamiento en París, Nueva York, Chicago y Londres están casi o totalmente financiados por sus ingresos del cobro de agua y saneamiento, y nada o casi nada mediante el presupuesto municipal o subvenciones estatales. La tarifa del agua debe financiar todos los costos de operación y requerimientos de activos del sistema de agua y saneamiento; esto incluye los costos de capital relacionados con los proyectos de construcción a gran escala y para los trabajos de modernización significativos. A tal efecto, el precio del agua ha sido aumentado en un 186% desde el año 2007 en Chicago, al pasar de \$5.03 dólares/m<sup>3</sup> a \$14.42 dólares/m<sup>3</sup>. En contraste, en Buenos Aires los ingresos que obtiene por facturación el organismo operador de agua y saneamiento, Agua y Saneamientos Argentinos SA (AySA) cubre apenas el 41% de los costos de operación. AySA recibe importantes subvenciones del gobierno federal, y se aplica un sistema de considerables subvenciones cruzadas entre los distintos usuarios, lo que de igual manera sucede en Mumbai. En general, el principio está basado en un sistema en el que los usuarios industriales y comerciales subsidian a los habitantes de los barrios marginales y a las personas que viven en situación precaria. En la capital de Nigeria, la tarifa de agua es extremadamente desigual, dado que hay una proporción de 1 a 33 entre los precios aplicados por la Corporación de Agua de Lagos y aquellos cobrados por los operadores privados informales. En Beijing y Estambul, la aplicación de una tarifa gradual se ha convertido en una herramienta importante para el desarrollo de una óptima política de asignación de los escasos recursos hídricos y para el mejoramiento del uso eficaz del agua por los consumidores, incluyendo los industriales.

## LOS DESAFÍOS DEL SANEAMIENTO EN LAS MEGACIUDADES

### El acceso al saneamiento: requisito para la salud pública y el desarrollo

El acceso al saneamiento por lo general se toma en consideración mucho después que el acceso al agua potable, y como una necesidad para responder a la aparición de un grave problema de salud pública, una vez que haya surgido. Por lo general las infraestructuras de gestión de aguas residuales no están tan desarrolladas como las de los sistemas de agua potable. Cuando sí lo están, se trata de infraestructuras de reciente construcción, y es cuando entonces se deben afrontar grandes retos. Aun así, los servicios sanitarios han desempeñado frecuentemente un rol importante en el crecimiento y desarrollo de las megaciudades. Aunque el objetivo de la construcción del Canal Sanitario y de Navegación de Chicago en 1889 era el saneamiento, también tuvo un efecto significativo en el futuro desarrollo económico de la ciudad al conectarla con el resto del territorio de EE.UU.

Asimismo, se observa una diferencia en el nivel de acceso al servicio entre los centros históricos, los cuales por lo general están conectados a un sistema de alcantarillado, y otras poblaciones conurbadas que no cuentan con redes de alcantarillado o si las hay son muy deficientes, y en ocasiones carecen de un sistema de saneamiento mejorado. En Manila, el 99% de la población tiene acceso al agua potable, pero menos del 15% cuenta con conexión a un sistema de alcantarillado. El 85% de los hogares todavía utilizan sistemas individuales, y parte de la población se ve obligada a la defecación al aire libre. Al reconocer la existencia de un problema de salud pública, las autoridades se han visto obligadas a implementar una estrategia de cobertura de alcantarillado total para el año 2037. En Mumbai, sólo el 65% de la población está conectada a la red de alcantarillado, mientras que, en Lagos, sólo el 6% de los hogares están conectados al sistema colectivo.

**CIFRAS CLAVE SOBRE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO**

	Número de plantas de tratamiento	Capacidad total en clima seco (millones m <sup>3</sup> /día)	Proporción de aguas residuales tratadas		Longitud de las redes de alcantarillado (km)	Cobertura (%)
			Tratamiento previo y/o emisario marino (%)	Tratamiento avanzado (%)		
Tokio	20	5.6		100	16 000	100
México	118	0.6	94	6		92
Beijing	50	3.8		86		
Lagos						6
Mumbai	8	1.5				65
Nueva York	14	3.8		100	12 070	100
Estambul	18	5.4	60	40	14 000	98
Londres	6				21 720	
Buenos Aires	6		86	14	11 000	70
París	33	3.0		100	15 000	100
Manila						15
Chicago				100	8 000	100
Los Ángeles	4	2.2		100	10 780	100

Fuente: monografías.

### La necesidad de tratamiento y de un tratamiento cada vez mejor: sistemas y rendimientos de la purificación

En Nueva York y París, se ha estado aplicando una política de inversión progresiva desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Sin embargo, estas ciudades tuvieron que esperar hasta los años 1987 y 2000, respectivamente, para que las plantas de tratamiento de aguas residuales pudieran procesar todos los flujos del período seco. En la actualidad, las megaciudades que se encuentran en los países más ricos, como Tokio, tienen el objetivo de mejorar el rendimiento de los sistemas de purificación. En Lagos, la nueva legislación exige construir sistemas de tratamiento de aguas residuales en las nuevas zonas residenciales de la megaciudad. Sin embargo, el tratamiento individual continuará siendo el principal sistema por un largo tiempo. Es por ello que se difunde con regularidad a través de canales de radio y televisión una política activa de concienciación de los sistemas in situ y sobre los tanques sépticos que mejor se adaptan a diversos terrenos. En Manila, menos

del 50% de aguas residuales recolectadas reciben tratamiento y en Buenos Aires, el 86% de las aguas residuales se vierten sin tratar en el Río de la Plata. Hoy en día, se realiza el tratamiento previo, y está prevista una extensión de 7.5 kilómetros hacia la salida. El agua residual restante pronto deberá recibir tratamiento primario y secundario en seis plantas. En Beijing, la mayoría de los ríos urbanos son alimentados principalmente con agua tratada procedente de las plantas de tratamiento con una capacidad de procesamiento limitada, y con aguas residuales no tratadas que se vierten directamente desde las redes de alcantarillado. En 2008, la capital de China puso en marcha una iniciativa de modernización de las plantas de tratamiento en el centro de la ciudad. Durante los últimos 20 años, los niveles de contaminación vertida por Estambul en el Mar de Mármara se han reducido gracias al plan de İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi - Administración de Agua y Alcantarillado de Estambul) para la inversión en plantas de tratamiento de aguas residuales a gran escala que aplican el tratamiento biológico de alto rendimiento para el nitrógeno y el fósforo.



## CIFRAS CLAVE SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

	Recurso local (%)		Recurso externo (%)		Agua reciclada (%)
	Agua superficial	Agua subterránea	Agua superficial	Agua subterránea	
Tokio	99.8	0.2			
México	7	60	21		12
Beijing	Yes	Yes	27		23
Lagos	10	90			
Mumbai	3	2	95		
Nueva York			100		
Estambul		2	95.5		2.5
Londres	70	30			
Buenos Aires	95	5			
París	86			8	6
Manila	98	2			
Chicago	98	2			
Los Ángeles		11	82		3

Fuente: monografías.

Cuando todas las plantas de tratamiento de aguas residuales previstas se hayan puesto en servicio, la proporción de las aguas residuales de Estambul que reciben solo un pretratamiento disminuirá considerablemente del 60% a menos del 10%.

## GARANTIZAR LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

### Protección en la fuente

Tomó mucho tiempo para que se reconociera la fragilidad de los recursos hídricos en varias ciudades y para que se implementaran las medidas de protección en las cuencas de captación para asegurar una gestión sostenible de los recursos. Uno de los principales desafíos para los próximos años en Beijing es la conservación del recurso. Un área de 3,200 km<sup>2</sup> se ha convertido en una reserva de agua potable, donde se han implementado estrictas medidas de protección, restauración ecológica y de gestión a fin de reducir la contaminación. Esto implica el ajuste de la estructura agrícola y un mejor control de los fertilizantes químicos y pesticidas. A más de 100 km de distancia de París, se ha establecido un sitio piloto de agricultura ecológica para reducir el deterioro de la calidad de los

suministros de agua subterránea en el centro de la ciudad. Por otra parte, se ha adoptado un programa de concienciación dirigido a las comunidades y a limitar el uso de productos fitosanitarios. En la región de Estambul, la política iniciada en la década de 1990 permitió la reforestación de cerca del 65% del total de las cuencas conexas. Actualmente se está aplicando una política de reforestación proactiva similar en Tokio. Por su parte, Nueva York realiza una estrategia de protección a largo plazo a través de la adquisición "en la tarifa" de grandes superficies, y mediante alianzas multiactores destinadas a apoyar a los habitantes de la cuenca en la protección e inversión en la calidad de los recursos hídricos.

Las medidas preventivas deben ser aplicadas a **la limitación de la presión sobre los recursos hídricos disponibles** causado por el crecimiento demográfico y la demanda asociada. Los recursos pueden ser renovables, pero las megaciudades podrían ser la causa de la sobreexplotación de los recursos. México es un caso tristemente bien conocido de gran hundimiento del suelo. En Beijing, la seguridad de la red de abastecimiento de agua de la ciudad se ha visto afectada por la sobreexplotación de las aguas subterráneas durante mucho tiempo, lo que ha ocasionado a una caída en la disponibilidad de agua y el deterioro de su calidad, por ejemplo,

el aumento de la dureza del agua, y donde la falta de disponibilidad del recurso es un obstáculo para su desarrollo económico. En Lagos, si los recursos hídricos disponibles no se comparten y protegen de una mejor manera, se enfrentará al inevitable riesgo de contaminación del agua subterránea por los depósitos de combustible y a la caída de la disponibilidad de un recurso de alta calidad. En el caso de Londres, con una población de más de 8 millones de habitantes, los recursos hídricos se deberán usar cuidadosamente, incluso antes de que los impactos por el cambio climático se tomen en consideración.

## LA MEJORA DE LA GESTIÓN DEL AGUA DE ESCORRENTÍA

**El crecimiento urbano es sinónimo de la creciente área impermeable; lo cual, durante las últimas décadas, ha aumentado el desafío de la gestión de las aguas pluviales.** Los sistemas de alcantarillado, que son fundamentalmente unitarios (una combinación de aguas residuales domésticas y pluviales) se desbordan en un cuerpo receptor para recibir lo que no puede ser absorbido por la red, evitando así las inundaciones en las calles y construcciones de las megaciudades. Los desbordamientos ocurridos durante las últimas décadas se han convertido en un problema debido a su efecto perjudicial sobre el medio ambiente, y resulta indispensable el hacer fuertes inversiones en el tema. Nueva York dejó de construir los sistemas de alcantarillado combinado en 1987, por lo que, en la actualidad, cerca del 40% de la ciudad cuenta con un sistema que separa las aguas residuales domésticas del agua de lluvia. En la ciudad de Chicago, la cual cuenta con una red de alcantarillado combinado al 100%, las frecuentes descargas en el lago Michigan contaminan la fuente de agua potable para 5 millones de personas. Es por ello que se aprobó el TARP (*Tunnel and Reservoir Plan*), que engloba una serie de embalses, almacenamientos de agua de lluvia y túneles de trasvase cuya misión es conseguir una mejoría notable de la calidad del agua en Chicago y sus alrededores con un costo de \$3.8 mil millones de dólares. El TARP permitirá capturar y almacenar las aguas contaminadas hasta que puedan ser

bombeadas a las plantas de tratamiento de aguas residuales cuando exista la capacidad disponible. De manera similar, los vertidos procedentes de la red de alcantarillado de Londres alcanzan una frecuencia promedio semanal, ya que cuando se construyó la red de aguas residuales estaba prevista para una población de hasta 4 millones de habitantes, y no para los 8 millones de personas que actualmente se les brinda cobertura, y mucho menos para el agua de escorrentía de la superficie impermeable y la desaparición de zonas verdes. Hoy en día, basta solo 2 mm de lluvia para provocar una descarga en el medio natural.

Tal situación se agravará bajo un contexto de cambio climático y lluvias cada vez más intensas. El túnel Lee, con un costo estimado de \$905 millones de dólares, evitará el vertido anual de más de 16 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales en el río Lee, un afluente del Támesis. El Sindicato Interdepartamental de Saneamiento, SIAAP (*Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne*), organismo operador de saneamiento del área metropolitana de París, cuenta con una capacidad de almacenamiento de casi 1 millón de m<sup>3</sup>, equipado con un sistema en tiempo real muy elaborado para la gestión urbana de aguas residuales (aguas residuales y aguas pluviales), para aprovechar las posibilidades que ofrece su red mallada.

En las ciudades que son afectadas por precipitaciones severas principalmente aquellas situadas en las zonas tropicales, el reto adquiere otra dimensión. **Los sistemas de drenaje de aguas pluviales** permiten gestionar volúmenes considerables, y cuyo objetivo -no siempre exitoso- es la reducción del riesgo de inundaciones. La precipitación media anual en Mumbai es alrededor de 2,500 mm distribuidos en los cuatro meses de la temporada del monzón. Incluso con precipitaciones de 100 mm en un solo día, como es el caso en varios de los barrios de la ciudad (los más pobres ubicados en algunas zonas de baja altitud) que se inundan durante unas horas hasta que el sistema de drenaje pueda descargarse. En Lagos, la situación se ve agravada por la invasión habitual de estas obras, así como por las oleadas causadas por el océano y la laguna durante la marea alta.

La eficiencia de los sistemas de drenaje es un reto altamente político en Nigeria. En muchas las megaciudades, como Buenos Aires, la falta de mantenimiento de los canales de drenaje es la causa principal de las inundaciones en época de lluvias. En Beijing, las inundaciones urbanas se están convirtiendo en una preocupación importante debido al rápido crecimiento urbano y la insuficiencia en la capacidad del drenaje. Esta es la razón del desbordamiento de los ríos, los cortes en el suministro de agua y de energía eléctrica, y del congestionamiento de la red de carreteras. Recientemente se estableció un sistema de gestión descentralizada basado en el área (con siete centros de sub-comando) para mejorar la gestión de la malla urbana y para evitar el desbordamiento de las cuencas. Esto ha mejorado considerablemente el proceso de la toma de decisiones, previsión, alerta temprana, y la movilización de la población en general.

## LA INTERACCIÓN ENTRE EL AGUA Y LA CIUDAD

### La reducción de la superficie impermeable en las ciudades

El principal desafío es el saber cómo reducir el agua de escorrentía aguas arriba, para así poder reducir los riesgos de inundaciones y los desbordamientos potenciales de los sistemas de alcantarillado combinado. Si el agua de lluvia entra en las redes, es un recurso que se pierde y se requiere una considerable cantidad de energía y de productos químicos para el tratamiento de la misma. Además, el continuo aumento de los volúmenes de escorrentía plantea la cuestión de la sostenibilidad de la infraestructura hídrica. Es por ello que el agua de lluvia debe considerarse como un recurso, más que como una molestia. Cuando Chicago recibe 254 mm de lluvia, ésta se convierte en un recurso de 17.6 m<sup>3</sup> potencialmente aprovechable. En Nueva York, el DEP (Departamento de Protección del Medio Ambiente) ha comenzado a preservar corredores de drenaje naturales llamados bluebelts, incluyendo arroyos, estanques y otros humedales, para transferir el agua de lluvia hacia éstos. El programa ha dado lugar al ahorro de

decenas de millones de dólares en inversiones en comparación con los sistemas de drenaje de agua de lluvia convencionales.

El agua debe considerarse de una mejor manera en el contexto de la planificación urbana. En las megaciudades, ciertas regulaciones de planificación urbana exigen que todos los edificios o áreas de estacionamiento de una determinada superficie cuenten con instalaciones de retención de agua de lluvia in situ. En Mumbai, las primeras obras de drenaje se diseñaron en base al coeficiente de escorrentía de 0.5, mientras que la cifra utilizada hoy en día es de 1.0. Esto demuestra la necesidad de anticipar el desarrollo urbano vinculado al crecimiento de la población. Durante los últimos 10 años, el crecimiento observado en la frecuencia de las crecidas puede atribuirse principalmente al aumento de la superficie de estanqueidad en la megaciudad de la India. El estado de Ogun, situado al norte y al este de Lagos, ha experimentado un desarrollo urbano extremadamente rápido en el que las subdivisiones del terreno, las fábricas, las nuevas ciudades, y las carreteras están transformando gradualmente los bosques. Todos los ríos que fluyen a través de la megaciudad de Lagos provienen del Estado de Ogun, lo que conducirá a un aumento significativo en el riesgo de las inundaciones.

Un hallazgo es generalmente compartido en lo referente a la ausencia de gestión hídrica en los esquemas de planificación urbana. En Buenos Aires, los problemas ambientales observados durante las últimas décadas son la consecuencia de la urbanización no controlada, tanto formal (con la inversión privada que no respeta las restricciones relativas a la preservación del agua) e informal (por las áreas ocupadas que están sujetas a frecuentes inundaciones). Un reto muy diferente es el de la disponibilidad de tierras para la instalación de infraestructuras de tratamiento de aguas residuales. Lagos está experimentando actualmente esta dificultad.

### Ofrecer islas urbanas frescas

Buenos Aires y Manila ya padecen en gran medida los efectos de las islas de calor urbanas, sobre todo a causa de su densidad. En Chicago, 70.000 nuevos

árboles han sido plantados en el centro de la ciudad a través de un programa con el fin de reducir este fenómeno. En Londres, la temperatura tiende a elevarse en el centro de la zona urbana, debido principalmente al efecto de la isla de calor urbana, pero también teniendo en cuenta la ubicación de la capital inglesa, que está situada en la parte más baja de un área rodeada por colinas. Los episodios de calor extremo que se han producido en los últimos diez años en todas las grandes ciudades han tenido un gran impacto en la demanda de agua durante los calurosos meses de verano, la cual ha alcanzado con frecuencia niveles sin precedentes.

### **Soluciones innovadoras en los sistemas verdes**

Las infraestructuras verdes (GI, por sus siglas en inglés) ofrecen una respuesta a los desafíos ya planteados, es decir, la gestión del agua de lluvia donde cae con objeto de reducir de manera significativa los volúmenes que entran en los sistemas de aguas residuales y reducir las islas de calor urbanas. Las soluciones son muchas y muy variadas. Esta función consiste en la creación de techos verdes, especialmente en Londres y Tokio, así como tanques biológicos y jardines de lluvia hechos con vegetación nativa, y la instalación de cisternas y barriles para lluvia con el fin de captar y almacenar el agua de lluvia para que pueda ser reutilizada. Por último, los pavimentos permeables ofrecen una opción que permite la infiltración en vez de la escorrentía. Estas soluciones se cubren con financiamiento público, y se utilizan en la reurbanización de las zonas antiguas en Los Ángeles, así como en los nuevos desarrollos urbanos, proyectos de infraestructura de transporte (Londres) y patios de las escuelas.

Chicago es líder en la materia gracias a la multiplicidad de las medidas adoptadas. En Nueva York, el plan de gestión de aguas pluviales sostenible publicado en el 2008 concluyó que la "infraestructura verde" podría ser implementada en muchas áreas de la ciudad y obtener más costo-beneficio que algunos proyectos de infraestructura a gran escala, por ejemplo, los túneles de almacenamiento. En Tokio, la política para el ahorro de energía ha sido implementada gracias

a la transformación ecológica de los techos de las instalaciones y edificios. Este tipo de experiencias sólo son encontradas en las megaciudades de países ricos, y aún se encuentran en la etapa experimental a escala piloto. Estas soluciones son también ampliamente desarrolladas en la región de París desde la década de 1990. En Manila, el tema no se ha incluido aún en la agenda de las políticas públicas. Los esfuerzos para iniciar o generalizar estas prácticas a una escala más grande tendrán que efectuarse durante las próximas décadas con el fin de satisfacer las necesidades ambientales.

Los experimentos en la GI se consideran como buenas medidas encaminadas a mejorar la calidad de vida en respuesta a las nuevas necesidades de la sociedad; que además contribuyen a la mejora de la calidad del aire y favorecen un entorno centrado en los peatones. La recuperación de los ríos urbanos es un ejemplo de las mejores prácticas. Los nuevos proyectos de desarrollo urbanístico satisfacen las necesidades técnicas, ambientales y públicas al reintroducir la biodiversidad y regresar la naturaleza a las zonas urbanas. Chicago, Nueva York y Londres planean la creación de redes de cinturones verdes y azules. Existen planes a mediano plazo para que se pueda nadar en los ríos de París como es el desarrollo del "cinturón verde y azul". Los Ángeles se ha fijado el objetivo de planificación de más de 50 kilómetros de ríos para el año 2025. Seúl es famosa por la reapertura de un río en el centro de la ciudad.

## 2. LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

El impacto del cambio climático en las megaciudades requiere de medidas de adaptación esenciales y de profundas transformaciones para evitar crisis potenciales. Las respuestas y soluciones previstas dependen de los fondos disponibles. Es por ello que los planes van desde las políticas de inversión enormes (Estambul) hasta el lanzamiento de programas de concientización a través de los medios y redes sociales para ofrecer a la gente información acerca de los riesgos incurridos para dar respuesta a los habitantes que se han convertido en agentes del cambio (Lagos), y para mejorar la capacidad de resiliencia (Mumbai). Hoy en día, Nueva York continúa invirtiendo miles de millones de dólares en la modernización y el mantenimiento de su sistema con el fin de mejorar su fiabilidad, sobre todo después del huracán Sandy. Sin embargo, se reconoce que los nuevos desafíos relacionados con el cambio climático también exigen respuestas "flexibles y dinámicas".

### LA MITIGACIÓN

#### La reducción de la huella de carbono

Los operadores de los servicios de agua, y en especial los servicios de saneamiento, realizan una serie de acciones para reducir su huella de carbono. Las acciones más sencillas que tienen un impacto directo en la eficiencia energética son aquellas que involucran la mejora de las instalaciones con

sistemas de mejor desempeño, tales como las bombas. La Oficina de Agua de Tokio tiene una política de eficiencia energética ambiciosa. En particular, la política de reducción de fugas dio lugar a una caída en el consumo de energía del 6% (es decir, 45 millones de kWh) entre 2000 y 2013. En Nueva York, el Plan "OneNYC" se ha fijado como objetivo general a escala de megaciudad, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 80% entre 2006 y 2050.

Dentro de esa cifra, el 20% se reducirá en el sistema de agua y saneamiento. En particular, el operador de Nueva York tiene previsto alcanzar el uso "cero neto de energía" en las plantas de tratamiento de aguas residuales en el centro de la ciudad. En Los Ángeles, el operador de agua y saneamiento hará una contribución mucho menor al objetivo de reducir la huella de carbono de la megaciudad, en función de sus necesidades para la producción de agua potable. Por el contrario, en Buenos Aires y Londres, existe un gran pero poco utilizado potencial para reducir los gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética. Ese desafío no ha sido abordado en algunas grandes ciudades en las que aún no es un objetivo prioritario (Lagos, Mumbai, y Manila).

Los embalses de agua también contribuyen a la producción energética, ya que por lo general están equipados con presas hidroeléctricas, como en el caso de México, Nueva York, y Manila, donde la capacidad de producción es de 246 MW.

#### La recuperación de recursos: energía, gas, nitrógeno, fósforo

El potencial de las aguas residuales urbanas es un recurso poco utilizado que se encuentra actualmente bajo estricta observación. La temperatura de las aguas residuales es un recurso inicial poco utilizado. La electricidad y el biometano producido por la cogeneración ofrecen nuevas oportunidades que permiten la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. De la sustitución de metano de origen fósil a la producción de biocombustibles menos contaminantes, existen múltiples posibilidades para el uso de la energía. En la planta de tratamiento de aguas residuales más grande en el área de París, la energía del biogás

es un recurso potencial de 410 GWh / año. Londres también ha podido beneficiarse de la calefacción y la energía renovable y la energía producida por el saneamiento, con el fin de reducir su consumo energético. En Estambul, el trabajo de investigación y desarrollo efectuado a escala piloto ha sido implementado con los residuos orgánicos de restaurantes, así como los residuos procedentes de la recolección selectiva para alimentar los digestores de lodos instalados en las grandes plantas de tratamiento de aguas residuales. Existen planes a mediano plazo para al menos una aplicación a tamaño real.

París ha iniciado el trabajo de investigación sobre el uso de los recursos de fósforo y nitrógeno. El fósforo, aunque existe en cantidades limitadas, las aguas residuales lo contienen en cantidades significativas. La producción de fertilizantes de nitrógeno depende totalmente del metano fósil, mientras que la orina contiene más del 95% del nitrógeno ingerido por una persona.

## LA ADAPTACIÓN A LOS RIESGOS DE INUNDACIONES

A la luz de los puntos anteriores, el riesgo de inundación no puede atribuirse únicamente al cambio climático, aunque es bien sabido que uno de los efectos más evidentes del cambio climático es el aumento significativo en el número y la frecuencia de las devastadoras inundaciones en las ciudades a causa de las intensas precipitaciones (Brown y Ward, 2013).

Ese riesgo cada vez mayor significa que **para las megaciudades que se encuentran en una situación de vulnerabilidad, las autoridades tienen que adoptar medidas de gestión de riesgos**. En el caso de Mumbai, se ha adoptado una política pro-activa en al respecto dada su topografía y su "extrema vulnerabilidad" al riesgo de inundación. Además de la inversión en infraestructuras, estaciones de bombeo y equipo para las medidas de prevención, la ciudad ofrece capacitación para la gestión de catástrofes a los equipos técnicos, las ONG y las organizaciones comunitarias. Cada año, se realiza de forma sistemática un ejercicio de preparación

para la temporada de lluvias monzónicas. La inundación del 2005 que causó daños por €33 millones de euros y más de 180 decesos, se ha mantenido en la memoria de la ciudad. No obstante, la capacidad de resiliencia y para regresar a la normalidad es mucho más rápida que en otros lugares, dado que la población de la India está acostumbrada a la situación hasta cierto punto.

Al menos el 20% de la superficie de Manila se encuentra en un área que está sujeta a las inundaciones, y además está ubicada a lo largo de la trayectoria de la mayoría de los tifones que ocurren en el Pacífico. Diferentes estudios han demostrado la probabilidad de que el riesgo aumente drásticamente para el 2040. En Inglaterra, cerca de 15% de los inmuebles en Londres, alrededor de medio millón de viviendas y una serie de lugares estratégicos, están sujetos al riesgo más significativo de inundación. A lo largo de la historia, la barrera del Támesis ha hecho posible la gestión del riesgo, y el aumento exponencial de su uso (la barrera fue cerrada cuatro veces en la década de 1980, 35 veces en la década de 1990, y 75 veces en la década del 2000) es una indicación del aumento de la vulnerabilidad. El Drenaje de Londres (*Drain London*, una estructura de coordinación que reúne a los 33 barrios y otras instituciones) se ha puesto en marcha como complemento a un sistema de gestión innovador y de alto rendimiento con el fin de poder comprender y anticipar los riesgos.

Por su parte, Chicago también ha sufrido un aumento en la frecuencia de las lluvias extremas, lo cual ha provocado daños estimados en más de \$41 millones de dólares anuales. Para luchar contra este riesgo, la ciudad se ha convertido en un líder en materia de infraestructuras verdes, reduciendo el volumen de agua de escorrentía en casi un millón de m<sup>3</sup>.

El área metropolitana de la Ciudad de México ha puesto en funcionamiento un Centro Regional de Atención de Emergencias a fin de brindar apoyo a las poblaciones afectadas por las cada vez más frecuentes inundaciones. Esta medida se suma a un plan de inversiones en infraestructuras (diques, presas y canales) y en las herramientas tecnológicas de gestión de flujo.



## Las medidas de prevención

Las inundaciones ocurridas en París en 1910 y 1924 dieron lugar a la construcción de presas de almacenamiento aguas arriba de la metrópoli, con una capacidad de almacenamiento de 850 millones de m<sup>3</sup>; con el objetivo de reducir particularmente los riesgos de inundaciones. Hoy en día, aún no se ha confirmado que el cambio climático empeore ese riesgo de manera especial. Sin embargo, sigue siendo un reto importante en la gestión del agua para la megaciudad francesa. En el año 2012, el huracán Sandy hizo que Nueva York se diera cuenta de su vulnerabilidad ante los episodios de precipitaciones extremas. Debido a los grandes daños causados, se realizaron estudios para evaluar los riesgos y las acciones prioritarias. En Estambul, İSKİ está desarrollando mapas para identificar todas las zonas de riesgo (confirmadas o potenciales), y se han adoptado medidas preventivas proactivas, lo cual conduce de manera particular, a la expropiación de los edificios en esos barrios. Beijing también ha realizado, a través de los medios de comunicación, campañas publicitarias y programas de concientización sobre la prevención de inundaciones y la reducción de riesgos, con el fin de ofrecer la información necesaria para prevenir catástrofes y riesgos en los centros de trabajo, las escuelas, las comunidades y los hogares.

## LA ADAPTACIÓN AL RIESGO DE SEQUÍA

### Un recurso que no siempre es renovable

En Beijing, la escasez de agua es el mayor impedimento para el desarrollo socio-económico de la capital política, la cual ha sufrido sequías continuas desde 1999; la cantidad de agua disponible es de aproximadamente 100 m<sup>3</sup>/habitante/año, lo que hace que sea una de las zonas más necesitadas de agua en el mundo. Una manera de hacer frente a la escasez de agua es restringir el crecimiento de la población a 23 millones para el año 2020, mediante un plan de desarrollo regional basado en la cercana provincia de Hebei. El estado de California proyecta un aumento en la frecuencia de los períodos de sequía, que pueden ocurrir cada

seis a ocho años. Dada la gravedad de la escasez de agua que inició en 2012, Los Ángeles se ha fijado el objetivo particular de reducir su dependencia de los recursos externos y desarrollar el uso de sus recursos locales mediante la adopción de una estrategia de gestión integrada de recursos hídricos. En la capital nipona, la ocurrencia de períodos de sequía ha obligado a las autoridades a implementar restricciones una vez cada tres años, acción que ha fortalecido a la Oficina Metropolitana de Agua de Tokio en su objetivo estratégico de "garantizar la continuidad de los recursos hídricos".

La ciudad de Nueva York ha experimentado varios episodios de sequía durante el siglo XX, y pronostica que el cambio climático pueda agravar este fenómeno. Se ha puesto en marcha un sistema de control de alto rendimiento para garantizar la disponibilidad del recurso y satisfacer la alta demanda durante el verano. En Francia, aunque existe variación en los escenarios evolutivos provocados por el cambio climático, éstos tienen una mayor probabilidad de riesgo de sequías para el año 2050. Es por ello que se requieren estudios y trabajos de investigación en este campo para que los diversos sectores interesados puedan aprender a adaptarse. En términos más generales, ya no existe duda alguna en que los caprichos del clima van a perturbar el equilibrio existente y a disminuir la cantidad de agua disponible. Lagos, Londres, Manila, y Chicago muestran la aparición gradual del riesgo, y la necesidad de permanecer en alerta mediante una mejor gestión del recurso.

### Infraestructuras costosas

En China, el SNWTP (Proyecto de Transferencia de Agua Sur-Norte) se puso en marcha en 2014 con el fin de transferir agua desde el río Yangtzé al norte, el cual se extiende a lo largo de 1,267 kilómetros, y permite transportar entre 1 y 1.5 mil millones de m<sup>3</sup> de agua dulce. Sin embargo, el nuevo recurso sustituirá la producción de pozos independientes, y la escasez de recursos hídricos continuará siendo una grave situación. La megaciudad de México tiene previsto complementar sus recursos hídricos con la importación de agua de una cuenca adyacente a 145 km de distancia, con la necesidad de bombear el agua a una caída de casi 1,850 m.

A largo plazo, estos proyectos especialmente complejos permitirán transportar 30 m<sup>3</sup>/s de recursos adicionales, con la condicionante de que no sean bloqueados por la resistencia de las poblaciones y autoridades locales de compartir los recursos de su cuenca. Además, México está evaluando la posibilidad de la explotación potencial de los acuíferos más profundos del valle. Un pozo fue perforado recientemente a la hasta entonces desconocida profundidad de 2,000 m. En Estambul, a raíz de la grave sequía de 1994, se hizo hincapié en el desarrollo de los recursos hídricos.

Entre 1994 y 2014, la capacidad total de producción se incrementó de 590 millones a 2.1 mil millones de m<sup>3</sup>/año. En Estambul, la labor de İSKİ para aumentar la capacidad de adaptación a los planes de cambio climático de los trasvases de agua entre cuencas fue realizado gracias a la construcción de la presa Grand Melen. Una vez inaugurado, el sistema de distribución de agua tendrá la capacidad de soportar tres años consecutivos de sequía. De manera similar, Nueva York está realizando inversiones en la optimización y eficiencia de su sistema, especialmente en la reducción de las fugas de su acueducto principal, en respuesta a las variaciones climáticas; estas medidas contribuirán a alcanzar a un ahorro de 56,000 a 130,000 m<sup>3</sup> al día. En la megaciudad de California, la instalación de una planta desalinizadora de agua de mar se considera a veces como una solución local, inagotable que se adapta fácilmente al cambio climático.

### **La gestión de la demanda, las tarifas progresivas, y el ahorro de agua**

Con el fin de incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático, las ciudades de Estambul y Beijing han asegurado un uso eficaz y eficiente del agua mediante la aplicación de tarifas progresivas y la realización de campañas de comunicación sobre el ahorro de agua. En Estambul, los usuarios de İSKİ que registran un nivel de consumo razonable (<10 m<sup>3</sup>/casa/mes) pagan menos. En China, el principio que prevalece, por una parte, establece una diferencia entre los residentes (5 yuanes/m<sup>3</sup>) y no residentes (8,15 yuanes/m<sup>3</sup>), y, por otro lado, fomenta el uso de agua reciclada. En Estambul, İSKİ informa y alienta a sus usuarios a utilizar instalaciones ahorradoras

de agua (grifos, duchas, calentadores y sistemas de descarga). El Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnologías también proporciona importantes incentivos económicos para la fabricación esos sistemas domésticos.

Muchas megaciudades realizan con frecuencia campañas de concientización sobre la reducción de la demanda de agua. En Los Ángeles, estas campañas han desempeñado un papel fundamental para lograr que la demanda por habitante sea una de las más bajas en los EE.UU. Más recientemente, ha resultado muy eficaz la política destinada a reducir las áreas cubiertas de césped y a fomentar la vegetación nativa que usa poca agua. Desde 1939, Nueva York ha venido implementando una serie de políticas encaminadas a reducir la demanda tras los periodos de sequía. Los carteles y folletos han sido reemplazados por el actual Plan de Gestión de la Demanda, cuyo objetivo es reducir la demanda total en un 5% para el año 2020. Los datos de París indican que el uso del agua se ha ido reduciendo desde comienzos de la década de 1990. Entre 1999 y 2013, el volumen se redujo en un 17%, mientras que la población aumentó en un 7%. En el conjunto de la región de París, la caída del consumo por habitante es del 14%.

### **La reutilización de las aguas residuales**

Esta práctica se ha extendido ampliamente, y se beneficia de una importante inversión en las megaciudades donde la disponibilidad del recurso es un problema. En Beijing, se ha mejorado la calidad del tratamiento de aguas residuales para hacer frente a la falta del recurso. De este modo, ha sido posible extender gradualmente la reutilización de aguas residuales para el riego de jardines, la producción industrial, la producción agrícola, el lavado de automóviles, los inodoros y en otras áreas. En 2014, 860 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales tratadas se distribuyeron a través de una red de 783 km de largo para su reutilización. En México, un volumen de 11 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales urbanas, la mayoría de las cuales no es tratada, se reutiliza en los servicios, el riego de tierras agrícolas, y los parques públicos de la zona metropolitana. El efluente restante de la cuenca (aguas residuales y pluviales) se utiliza sin tratar a gran escala para la producción agrícola y la electricidad. La cuenca

anteriormente árida situada a 50 km de la ciudad, ha sido completamente transformada con la descarga de 165 m<sup>3</sup>/s de efluente.

Desde 1979, Los Ángeles ha estado invirtiendo en sistemas de tratamiento de última generación que permiten la producción de agua purificada que puede infiltrarse en el agua subterránea para ayudar en su reconstitución y para garantizar que el recurso esté disponible durante las próximas décadas. La ciudad se ha comprometido a aumentar de manera significativa el reúso de aguas residuales depuradas para el riego, uso industrial y el riego de parques. No obstante, se evalúa periódicamente la pertinencia económica de extender las redes de agua no potable en una ciudad que es a la vez densa y extendida. Las ampliaciones previstas para abastecer a las fábricas darán lugar a un aumento de 350% en la demanda actual de agua no potable para el año 2040. Hoy en día, el agua reciclada, representa el 2% de la producción total de agua.

En Estambul se han realizado estudios sobre la reutilización de las aguas tratadas en las plantas de alto rendimiento de İSKİ, donde se utilizan filtros de arena y desinfección UV. Esa agua podría utilizarse para el riego de áreas públicas, en los inodoros, y para los procedimientos industriales. İSKİ está planeando el reciclaje potencial de un mínimo de entre 200,000 a 250,000 m<sup>3</sup>/día de agua reciclada. En Manila, la reutilización de las aguas tratadas se considera como un recurso potencial que se puede extender en el contexto de la creciente demanda, pero no es utilizado hasta la fecha.

## LA ADAPTACIÓN A OTROS RIESGOS

### Riesgo de aumento del nivel del mar, la erosión y la salinización

La posición estratégica de las megaciudades ubicadas junto al mar explica en gran medida su desarrollo económico (y, por lo tanto, también el demográfico). Sin embargo, hoy en día, eso las hace más vulnerables debido al riesgo relacionado con el aumento de los niveles del mar y las consecuencias asociadas. Para el litoral de Maharashtra en la India, el pronóstico es de un aumento de entre

240 y 660 mm. Esto conduciría a daños de consideración en Mumbai, ya que está situada principalmente a nivel del mar. En Buenos Aires el riesgo de inundación que afecta principalmente a las zonas más desfavorecidas es mayor, debido al aumento del nivel del Río de la Plata. El fenómeno de la sudestada (viento del este) ocurrirá con más frecuencia y causará daños importantes a lo largo de los márgenes de los ríos.

La ciudad ha puesto en marcha un sistema de alarma de alto rendimiento para pronosticar los riesgos, así como un plan de contingencias, la zonificación de riesgos, y medidas legales, tales como los seguros. En la región de Lagos, donde el riesgo es mayor; las previsiones indican un aumento de alrededor de 40 cm para el año 2050, lo que expondría al litoral a una mayor erosión, daños causados por las tormentas, inundaciones en las zonas bajas, y la infiltración de agua salada en las capas freáticas y los estuarios. Los mismos riesgos ocurren en Manila, ya que también está particularmente expuesta. En Nueva York, varias infraestructuras situadas junto al mar sufrirán daños cada vez mayores. Un estudio detallado de las 14 plantas de tratamiento permitió realizar una evaluación muy precisa sobre las fallas del funcionamiento potenciales o el cierre de las instalaciones en caso de tormentas de gran alcance. En la costa oeste de los EE.UU., el sistema de diques de la bahía del Delta se encuentra amenazado por la salinidad, lo que requiere mezclarse con agua de los embalses aguas arriba para mantener la calidad del agua.

En Mumbai y Lagos, los efectos secundarios de la salinidad del agua incluyen la desaparición de especies locales que viven en los manglares, lagunas costeras y marismas. Esta la intrusión del agua de mar también desestabiliza las economías que están directamente vinculadas a dichos recursos, como la pesca y la agricultura, que son el único medio de subsistencia para un porcentaje significativo de la población.

### Los cambios en las temperaturas y las precipitaciones: desequilibrios y deterioro de la calidad del agua

Al oeste del Mar Negro, donde se encuentran los principales recursos hídricos de Estambul, el

considerable aumento de las temperaturas y, por lo tanto, de la evaporación y la evapotranspiración, dará lugar a una disminución de al menos el 20% del volumen de las aguas superficiales y subterráneas. Esa disminución conducirá a un aumento significativo de la eutrofización y a la presencia de algas tóxicas en los embalses de agua potable. Esto hará que las instalaciones de tratamiento de agua existentes sean insuficientes para garantizar la calidad del agua. Esta misma situación de eutrofización y turbidez se encuentra en los principales embalses de suministro de agua potable de Nueva York.

En la capital francesa, las modificaciones del régimen hidrogeológico derivadas del cambio climático, pueden causar profundos cambios en el actual y frágil equilibrio relacionado con la distribución de agua potable y el saneamiento, lo que requiere poner en marcha la gestión integrada del agua en la megaciudad. El principal desafío es el referente a los riesgos relacionados con el deterioro de la calidad del agua como consecuencia de una reducción del caudal débil afectando los cuerpos de agua, lo que conduce a una disminución de la capacidad para diluir los vertidos contaminantes.

### Los riesgos excepcionales

En muchas de esas megaciudades, como en el caso de Mumbai, se pronostica que el cambio climático tenga efectos perjudiciales en las condiciones sanitarias, aumentando el número de días que son propicios para la propagación de la malaria y el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, lo cual requerirá el fortalecimiento de las infraestructuras de salud y la construcción de más instalaciones en aquellas zonas que no carecen de cobertura.

En Londres, el cambio climático hace que la gestión de la red sea más difícil, ya que los fenómenos meteorológicos extremos desestabilizan el suelo arcilloso y conducen a un creciente número de movimientos de tierra que dañan las redes.

Por último, es importante mencionar un riesgo importante, independientemente del cambio climático, al que Tokio, Los Ángeles, y Manila están sujetos: el riesgo sísmico. Estas megaciudades han

tenido que desarrollar servicios teniendo en cuenta dicha vulnerabilidad particular.

## 3. GOBERNANZA DEL AGUA

De manera global, la gobernanza del agua está altamente descentralizada y bajo la competencia a nivel de gobierno local. Sin embargo, todavía hay países donde el nivel federal o el Estado desempeña un papel clave en las operaciones diarias. Las grandes jurisdicciones, como las megaciudades, deben lidiar con obstáculos debido a la complejidad de las estructuras multinivel de la gobernanza, la superposición de la escala, y los complejos procesos participativos.

El caso más común es el de una pluralidad de actores incapaces de coordinar los asuntos entre ellos mismos y que dan origen a una política pública que carece de eficacia y que adopta un enfoque pasivo de "esperar y ver qué pasa". En Buenos Aires, la organización federal de Argentina y las jurisdicciones federadas tienen sus propios ámbitos de competencia, especialmente en los asuntos relacionados con la gestión del agua y la protección del medio ambiente. Antes todo, el mayor desafío es la coordinación de las distintas autoridades competentes, es decir, el

operador nacional (AySA), las provincias y las municipalidades. En la megaciudad del Golfo de Guinea, el agua está bajo la competencia de las legislaturas. A pesar del deseo ministerial de mejorar la cooperación institucional, la realidad está todavía lejos de un marco teórico. En Mumbai, el suministro de agua y el acceso al saneamiento son áreas de competencia obligatorias en poder de los consejos municipales. Sin embargo, muchos otros actores están involucrados en su gestión, tal es el caso de los presupuestos y el otorgamiento de autorización para obras a gran escala.

En cambio, en las megaciudades donde el sector hídrico está bastante centralizado y en donde una única autoridad tiene mucha más libertad en la toma de decisiones, la movilización de medios, y en la implementación de su política, el sector goza de una mayor eficiencia. Ese es el caso de la Autoridad Nacional del Río, que regula el río Támesis y sus afluentes, así como la distribución de agua y la recolección y tratamiento de las aguas residuales en todo el conjunto de la cuenca del Támesis. La Oficina del Agua - OFWAT, supervisa muy de cerca las cuatro empresas encargadas de la prestación del servicio, y exige un alto nivel de desempeño. En las orillas del Mar Negro, İSKİ (*İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi* - La Administración de Agua y Alcantarillado de Estambul) fue fundada en 1981 para hacerse cargo del suministro de agua, aguas residuales y el drenaje de agua de lluvia, por un lado, y de la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, por el otro.

Desde la creación del İSKİ, se ha utilizado con éxito una política de amplio alcance sobre inversiones y modernización. En Nueva York, una innovadora estrategia de gestión fue un logro en el siglo pasado, gracias a la coordinación y a las relaciones de trabajo entre las diversas entidades del agua. En la actualidad, el DEP adopta un enfoque holístico, ya que desempeña la función de la regulación de la calidad del aire, residuos peligrosos y los desafíos relacionados con la calidad de vida, incluido el ruido. En la megaciudad de Filipinas, las infraestructuras de agua son un legado de propiedad pública, y pertenecen al MWSS (Sistema Metropolitano de Agua y Alcantarillado). Sin embargo, los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento son gestionados por dos concesionarios privados que

cumplen con los requisitos contractuales, y que han permitido mejorar sensiblemente la tasa de acceso al agua potable.

En una escala mayor, la protección de las cuencas hidrográficas de las megaciudades no es algo que se pueda implementar con éxito sin la cooperación del gobierno federal (si existe alguno), el Estado, las autoridades locales y las organizaciones no gubernamentales. Todos estos actores deben coordinarse entre sí para proporcionar un servicio eficiente de acuerdo con las recomendaciones de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).

## Marco regulatorio y legal

El sector del agua y el saneamiento sigue siendo objeto de una compleja normativa debido a la diversidad de retos que están vinculados con el mismo; el medio ambiente, los recursos naturales, la salud pública y los sectores económicos e industriales, son algunos ejemplos de los sectores que también están involucrados. Además, hemos planteado la necesidad de una mayor interacción con los actores y las normativas de planificación urbana en el contexto de los nuevos desafíos que deban tratarse.

Las regulaciones son responsabilidad del Estado, pero la gran mayoría de las megaciudades estudiadas están sujetas a limitaciones que son específicas de sus territorios, y están sujetas a las regulaciones que les son propias. Esto es el caso particular de las ciudades de Nueva York, Buenos Aires, Estambul, etc.

En China, el Comité Permanente de la Asamblea Popular Nacional ha promulgado cuatro leyes relativas al agua. Esta disposición legal ha sido agregada por el Consejo de Estado y por el municipio de Beijing a través de normas administrativas que regulan la protección de los recursos hídricos, licencias de extracción de agua, ahorro de agua, la movilización de la sociedad civil, etc.

## Los operadores de servicios

Los operadores de servicios, ya sea el único o uno de tantos en las áreas metropolitanas, garantizan la continuidad del servicio y el funcionamiento

de los sistemas de agua y saneamiento. Dichos operadores de servicios (públicos o privados) cuentan con un gran número de empleados que trabajan sobre una base de 24/7: 6.000 empleados en el DEP de Nueva York, 11.800 en Los Ángeles, y 1.700 para el saneamiento de París; los recursos humanos constituyen un elemento clave en los servicios operativos. En una época en la que un gran número de personal se jubiló en Tokio, los servicios de agua tuvieron ser gestionados por el Sistema de Agua de Tokio, lo que requirió experiencia en un momento clave de una política de rehabilitación de amplio alcance. En Manila, se delegó el servicio de distribución de agua potable a dos empresas y los requisitos de desempeño dieron lugar a la implementación de una política de gran reestructuración destinada a reducir la proporción de empleados por conexión de 9.8 a menos de 1.47.

Por otra parte, debido a las considerables políticas de inversión e igualmente considerables costos de operación, los operadores de servicios son los principales actores económicos. El presupuesto anual de ISKI es de casi \$3.5 mil millones de dólares, mientras que el de Los Ángeles es cerca de \$6 mil millones. En Nueva York, se espera que el gasto total en relación con el financiamiento y operación de los sistemas de agua y saneamiento alcance los \$3.5 mil millones de dólares en 2016. En París, los presupuestos acumulados de los tres operadores principales llegaron a €1,86 mil millones de euros en el 2014.

## La movilización de la sociedad civil

Las cuestiones relacionadas con el agua de especial preocupación para los actores de la sociedad civil, y, como tales, abordan participativamente varios retos. En Chicago, el programa *RainReady* organiza, por un lado, las campañas de concientización, las sesiones de capacitación y talleres, y, por el otro, ofrece el financiamiento para alentar a los propietarios a recolectar el agua de lluvia en la fuente y reducir el impacto de las inundaciones locales. Las organizaciones de la sociedad civil en Manila han participado activamente en dos niveles: primero, vigilando el desempeño de la rentabilidad de la inversión relativa a las dos concesionarias, y segundo, promoviendo los

sistemas de abastecimiento de agua establecidos por las comunidades en los barrios marginales para proporcionar acceso a la población escasamente atendida.

En Mumbai, la sociedad civil es una interlocutora en la gestión de catástrofes a través de varias ONG. Beijing cuenta con varias organizaciones sociales que están involucradas en el sector hídrico. Cada año, estas organizaciones se movilizan en campañas a gran escala para concientizar al público sobre la conservación del agua mediante eventos como el Día Mundial del Agua y la Semana del Agua en China.

Existen numerosas interrelaciones entre la vulnerabilidad al crecimiento urbano y la vulnerabilidad al cambio climático que son, a veces, la causa de riesgos que son difíciles de identificar. Además, la importante variedad de retos que afectan a las megaciudades añade una complejidad al establecimiento de una tipología que permita reagrupar a megaciudades con características similares. Sin embargo, esos grandes centros urbanos concentran un potencial técnico y científico, habilidades operativas, capacidades económicas, y recursos humanos que producen soluciones innovadoras. Una fuente de oportunidad lo ofrece el intercambio de experiencias en las áreas tecnológicas, de organización, económicas, y culturales.



# Igualdad de Género, Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Megaciudades

**Vasudha Pangare,**  
Consultora  
independiente

Si bien se ha asumido de manera generalizada que los habitantes de las ciudades reciben mejores servicios de agua y saneamiento que los que habitan en las zonas rurales, el acceso depende de muchos factores, tales como la ubicación de la vivienda, la situación económica de los miembros de la familia, la segregación y/o integración social dentro de la comunidad, si es factible realizar la conexión de la vivienda a la red de suministro, y el alcance de la cobertura de abastecimiento que brinda la ciudad. La equidad geográfica y social en la distribución de los servicios no puede darse por sentado y depende de factores complejos. Por lo tanto, los servicios en favor de los pobres o los servicios orientados hacia la equidad, no son generalmente una práctica habitual en las megaciudades. Las limitaciones financieras por parte de los organismos operadores suelen ser citados como una razón de la distribución desigual o inadecuada de los servicios; sin embargo, la falta generalizada de rendición de cuentas de los prestadores de servicios a

las personas, suele ser el principal "ingrediente faltante"<sup>1</sup>. La rendición de cuentas requiere de la participación significativa de los usuarios en la planificación, ejecución y supervisión de los servicios de agua. Esto aumenta las posibilidades de que la prestación de servicios de agua se realice de manera confiable, sostenible y asequible a un mayor número de habitantes de las zonas urbanas<sup>2</sup>. El éxito depende de la buena gobernanza y de la participación de los hombres y mujeres en igualdad de condiciones y como agentes del cambio<sup>3</sup>.

Las estrategias para la participación ciudadana en la planeación de políticas y en la toma de decisiones sobre los servicios de abastecimiento de agua, la adaptación climática, y el mejoramiento de los programas de respuesta a los desastres relacionados con el agua, están diseñadas para la población en general de la zona vulnerable, y al uso de las estructuras sociales existentes para la toma de decisiones y comunicar la información. Estas estructuras existentes no representan necesariamente a la comunidad, y

1. Yael Velleman, *Herramientas de responsabilidad social y mecanismos sociales para la mejora de los servicios urbanos de agua*, WaterAid, junio de 2010, página 3.

2. *ibídem*

3. <http://www.un.org/womenwatch/feature/urban/>. WomenWatch: *Igualdad de género y urbanización sostenible - hoja de datos*, de las Naciones Unidas



normalmente no proporcionan un espacio para la participación de las mujeres ni permiten que sus voces sean escuchadas. Los hombres y las mujeres tienen una diferencia en el acceso al agua con vulnerabilidades específicas de género determinadas por sus contextos socio-económicos, políticos y geográficos. La comprensión de estas vulnerabilidades podría proporcionar un contexto para el análisis de las diferentes necesidades y capacidades de los hombres y las mujeres y los tipos de intervenciones que serían necesarias para mejorar su seguridad hídrica y ayudarles a adaptarse a los efectos del cambio climático. Esto también proporcionaría las directrices para su participación en la mitigación climática. Las respuestas serían de esta manera más eficaces, centrándose en las diferentes necesidades, limitaciones y fortalezas de los diferentes grupos de hombres y mujeres en la comunidad local.

Los modelos sociales han hecho que los recursos -la tierra, el agua, el crédito y el capital, la movilidad, y la información- sean más accesibles

a los hombres. En todas partes del mundo, las mujeres suelen tener la principal responsabilidad del cuidado de la familia, lo que incluye proveer la alimentación y el agua, y el cuidado de los hijos, los familiares ancianos y enfermos. Cuando no hay suficiente acceso a los servicios de agua, la alimentación, la energía y la movilidad, estas tareas pueden resultar especialmente difícil y les toma mucho tiempo. Las consecuencias podrían ser tales como la pérdida de ingresos, especialmente para las mujeres, la incapacidad para ir a trabajar, perpetuando así un ciclo de crisis económica. Esto es particularmente cierto en los hogares encabezados por mujeres. La escasez de agua también afecta la escolaridad de los niños, especialmente de las niñas, cuando en lugar de dedicar su tiempo en su educación lo tienen que pasar acarreado agua. La inversión en la infraestructura necesaria para proveer las instalaciones de agua y saneamiento adecuadas, puede reducir drásticamente los costos de salud y la pérdida de puestos de trabajo como consecuencia de



enfermedades. También puede dar libertad a las mujeres para que se dediquen a actividades productivas, al reducir su responsabilidad de acarrear agua para cocinar, lavar y demás tareas domésticas<sup>4</sup>.

La agricultura de ciudad o la agricultura urbana es un importante medio de vida y fuente de ingresos para muchos, especialmente para las mujeres, que a causa de una falta de educación y/o la imposibilidad de encontrar un empleo adecuado, no pueden proporcionar la seguridad alimentaria a sus familias. Los agricultores urbanos y peri-urbanos, en gran medida cultivan alimentos para el consumo familiar, y para muchas mujeres, es una ocupación de medio tiempo y una fuente de ingresos en efectivo a través de la venta del exceso de producción. Los productos tales como las frutas, verduras, carne de cerdo y aves de corral proporcionan entre 10 y 40% de las necesidades nutricionales de las familias urbanas en los países en desarrollo, haciendo así una importante contribución a la seguridad alimentaria urbana<sup>5</sup>.

La capacidad de adaptación de las personas y de los hogares depende del alcance de su seguridad hídrica, alimentaria y de subsistencia. Un empleo e ingresos estables, el acceso a los recursos financieros, el acceso al agua, la alimentación y el saneamiento,

la calidad de la infraestructura, el acceso a la energía y el apoyo social dentro de sus comunidades, son factores que mejoran la capacidad de adaptación. Los más afectados en situaciones de emergencia climática son aquellos hombres y mujeres jornaleros que trabajan en el sector informal y carecen de sistemas de apoyo social y financiero. En este contexto, las mujeres y los hogares encabezados por éstas, tienen menos capacidad de adaptación. La carga de trabajo de las mujeres aumenta cuando hay escasez de alimentos y agua causados por la ocurrencia de fenómenos climáticos, y el papel que desempeñan como proveedoras de cuidados y atención, se vuelve más demandante cuando el clima impacta la salud y el bienestar psicosocial<sup>6</sup>. *Es importante estar conscientes de que, durante los desastres climáticos, el papel de la mujer como proveedora de cuidado y atención a nivel familiar o profesional, es frecuentemente invisible, mientras que las acciones de los hombres en las operaciones de rescate y de los servicios de emergencia tiende a ser más visible y reconocido dentro de la comunidad*<sup>7</sup>.

Los fenómenos climáticos y desastres no sólo afectan la infraestructura física, sino también la estructura de la sociedad. Las vidas cambian y lo mismo ocurre con las maneras "normales"

4. *ibídem*

5. *ibídem*

6. *Guía sobre Género y Clima Urbano Política, junio 2015*

7. *ibídem*



de hacer las cosas. Si bien por un lado las desigualdades sociales y de género se magnifican por los impactos del cambio climático<sup>8</sup>, los desastres naturales suelen ofrecer a las mujeres la oportunidad de impugnar su reconocimiento de género en la sociedad<sup>9</sup>. No solamente las mujeres asumen las tareas tradicionalmente masculinas fuera de la esfera del hogar, sino que también a menudo lo hacen en contra de los deseos de los hombres de la comunidad, desafiando así la percepción que existe sobre su función en la sociedad. Las mujeres *son más eficaces en la movilización de la comunidad para responder a los desastres*<sup>10</sup>, y como resultado de sus esfuerzos de respuesta, las mujeres desarrollan nuevas habilidades de liderazgo y gestión. Es sólo en tiempos de estrés extremo, como las sequías y los desastres naturales, que los hombres se consideran que desempeñan un papel primordial en el acceso al agua para uso doméstico, lo cual suele ser responsabilidad de la mujer.

Las medidas de adaptación climática requieren la creación de resiliencia, no sólo de la infraestructura y servicios, sino también de los individuos, las familias y las comunidades. El primer paso en esta dirección sería llevar a cabo una evaluación de género de las necesidades, capacidades y las

vulnerabilidades de los hombres y mujeres de diferentes grupos sociales, culturales, étnicos y geográficamente ubicados en la megaciudad. Esto contribuiría a la planificación de intervenciones apropiadas para cada grupo de personas y aumentar su eficacia.

Si bien un entorno propicio se puede crear con una política de arriba hacia abajo con el fin de facilitar la integración de género en la adaptación al cambio climático, esto no sería suficiente para hacer frente a las preocupaciones, sin un enfoque simultáneo de abajo hacia arriba, en términos de concienciar a los gobiernos locales, y de la movilización de las comunidades locales. La incorporación de la perspectiva de género en las políticas, la planificación y la implementación de la adaptación al cambio climático, tiene que comenzar con un análisis de género de la información desagregada por sexo en relación con las necesidades, capacidades y vulnerabilidades de los diferentes grupos sociales y culturales de los hombres y las mujeres que residen en las megaciudades. Los mecanismos de diálogo deben aplicarse y deben hacerse esfuerzos especiales para facilitar la participación de las mujeres en los procesos de toma de decisiones, de políticas y de planificación.

8. *ibídem*

9. OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2001. *Género y Desastres Naturales. Hoja de datos del Programa de Mujeres, salud y desarrollo*. Washington DC, OPS

10. *ibídem*



# Beijing

**Sun Fenghua,**  
Beijing Water Authority







DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

19.5  
millones

8



# Beijing

La ciudad está situada en la parte septentrional de las planicies del Norte de China y se colinda con la ciudad de Tianjin y con la provincia de Hebei, teniendo las montañas Yanshan al norte. **Beijing** posee una larga historia de más de 3,000 años, con una estrecha relación con el agua ya que está ubicada en una gran planicie rodeada por montañas en el oeste y el noroeste. Ocupa una superficie total de 16,410 km<sup>2</sup> y un área urbana de 1,368 km<sup>2</sup>. El municipio de Beijing tiene una población de 21 millones de habitantes con un crecimiento promedio de 580,000 habitantes al año. La población urbana es de 18.6 millones.

Beijing enfrenta varios problemas de gestión hídrica, entre ellos están:

- Los efectos del cambio climático
- La mala calidad del agua fluvial
- La escasez de agua se ha convertido en el primer y principal obstáculo del desarrollo socio-económico

Otros dos temas que deberán ser abordados en los próximos años son el mejorar ampliamente la conservación del agua, y combinar la prevención y el control de inundaciones para hacer de Beijing una ciudad resiliente a las inundaciones.

El promedio anual de precipitación - la cual ocurre principalmente en verano - es de 585 mm. El recurso hídrico per cápita es inferior a los 200 m<sup>3</sup>, lo cual nos ubica entre las regiones con menos agua en el mundo.

Beijing dispone de tres fuentes de recursos hídricos:

- El agua de superficial, con un embalse de almacenamiento de gran tamaño: el embalse de Miyun,

- El agua subterránea, con más de 50,000 pozos de los cuales se extraen alrededor de 1.4 mil millones de m<sup>3</sup> al año, una enorme extracción de aguas subterráneas, lo que origina una disminución de nivel freático en la llanura, así como el gran problema de la contaminación del agua subterránea,
- El agua desviada del río Yangzi a través de la línea media del Proyecto de Transferencia de Agua Sur-Norte (SNWT), una infraestructura de grandes dimensiones por la cual se transportaron 1.5 mil millones de m<sup>3</sup>/año en el 2014.

El suministro de agua en Beijing se realiza principalmente a través del organismo operador público, de los pozos autosuficientes y de obras hidráulicas rurales colectivas. El organismo operador público está a cargo de 68 obras hidráulicas con una capacidad diaria de 5 millones de m<sup>3</sup>.

Las aguas residuales son recolectadas y tratadas en 50 plantas de tratamiento de aguas residuales de tamaño mediano



y grande con una capacidad total de tratamiento de 4.25 millones de m<sup>3</sup>/día. En el año 2014, se alcanzó el tratamiento del 86.1% de las aguas residuales, con un total de 1.39 mil millones de m<sup>3</sup> (97% en el centro de Beijing), y en ese mismo año, se aprovecharon 860 millones de m<sup>3</sup> de agua recuperada.

Hay cinco ríos principales dentro de la municipalidad de Beijing, incluyendo el Juhe, el Chaobai, el Beiyun, el Yongding, y el Juma de este a oeste, los cuales desembocan en el río Haihe. Existen también más de 20 lagos.

En el centro de la ciudad se localizan 4 canales de drenaje principales y más de 30 grandes afluentes corren a lo largo de Beijing. La mayoría de ríos de la ciudad se reabastecen principalmente con el agua recuperada de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La calidad del agua en el 44% de los canales cumplen con el Grado II, y el 41% están por debajo del grado V.

Las riadas urbanas constituyen una preocupación importante debido a la rápida expansión urbana y la insuficiente capacidad de drenaje y de instalaciones en las zonas urbanas. Con el fin de mitigar la presión que ejercen estas inundaciones y riadas en la zona urbana, Beijing ha

adoptado medidas para desarrollar técnicas de control eficientes.

Además, se han realizado programas de mejoras en la institución y el mecanismo de prevención de inundaciones; se estableció el Plan de Respuesta a Emergencias de Beijing; se han fortalecido los grupos de tareas de rescate de emergencia; y se han realizado programas de diseminación y difusión sobre la prevención de inundaciones y la reducción de riesgos.

Desde principios de la década de 1980, Beijing ha realizado grandes esfuerzos en el tema del ahorro del agua, con importantes resultados en la industria, la agricultura y la vida urbana. El consumo de agua por cada 10.000 yuanes de PIB en Beijing se ha reducido en un 8% anual en la última década.

Beijing ha implementado una reforma integral para ajustar las tarifas sobre los recursos hídricos y el tratamiento de aguas residuales, así como de los precios para el servicio de suministro de agua potable. Siempre se ha promovido y alentado el uso de agua recuperada. Desde el año 2014, el precio del agua recuperada es de ¥3,5 yuanes /m<sup>3</sup>, mientras que el precio del agua potable para los habitantes es de ¥8.15 yuanes/m<sup>3</sup>.



# Buenos Aires



**Emilio Lentini,**  
Universidad de Buenos Aires



DATOS DEMOGRÁFICOS

15  
milliones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

13



# Buenos Aires

El Área Metropolitana de **Buenos Aires** (AMBA), que cuenta con 12,8 millones de habitantes (según censo del 2010) y unos 2,500 km<sup>2</sup> de suelo urbano, está ubicada en los márgenes del Río de la Plata (23.000 m<sup>3</sup>/s) y se extiende en una planicie ondulada dotada de un gran suministro de agua subterránea. La AMBA está compuesta por la Ciudad de Buenos Aires y 24 municipios circundantes dentro de la Provincia de Buenos Aires. El principal desafío de la gestión del agua y del ordenamiento territorial es la ausencia de una autoridad metropolitana.

La cobertura del servicio de agua y saneamiento de la AMBA difiere en gran medida entre la zona central y la periferia; la vulnerabilidad y las desigualdades económicas, sociales y urbanas son pronunciadas. En lo que se refiere a la red de suministro de agua, la tasa de cobertura se eleva a un 100% dentro de la zona central, mientras que, en la periferia, la deficiencia de dicha cobertura es particularmente considerable en el tema de saneamiento. En la actualidad, las pérdidas en la red de abastecimiento, así como las fugas en las redes de alcantarillado, tienen un alto nivel. Además, la falta de acceso al saneamiento básico da origen a una alta concentración de nitrato en el agua subterránea.

El Río de la Plata es la fuente principal de los recursos hídricos (95% del total) que son tratados en una planta en la Ciudad de Buenos Aires, con una capacidad de producción de 2.9 millones/m<sup>3</sup>/día, y en una secundaria con capacidad de 1.9 millones/m<sup>3</sup>/día, situada en la periferia sur (municipio de Quilmes). El sistema de captación de agua se desarrolla a través de un proceso que comienza con estructuras

de captación a 1,000 m de distancia del Río de la Plata. El agua potable es enviada por gravedad a través de grandes ríos subterráneos a un conjunto de estación de bombeo y posteriormente hacia las redes de distribución. En algunas zonas, este suministro de agua se complementa con aguas subterráneas bombeadas mediante pozos (5%). El sistema de transporte y distribución de agua potable tiene una extensión de 19 000 kilómetros. Recientemente, una nueva planta de tratamiento con una capacidad diaria de 900 000 m<sup>3</sup>, fue construida en la periferia norte (municipio de Tigre), con el fin de mejorar y ampliar los servicios de agua. En el año 2014, 3 plantas de tratamiento de agua produjeron el equivalente a 5 millones de m<sup>3</sup> por día distribuidos mediante una red de 19,000 kilómetros. El consumo medio de la población es uno de los más altos a nivel mundial.

El 86% de las aguas residuales recolectadas se vertían en el Río de la Plata sin ningún o muy poco tratamiento hasta el 2014, cuando se implementó un pre-tratamiento.



Para comprender los principales desafíos que enfrenta la gobernanza del AMBA, es preciso recordar que, durante la mayor parte de su historia, los problemas de acceso al agua eran inexistentes en Buenos Aires, y la idea del agua como un recurso inagotable con una "misión social" fue adoptada por el organismo operador estatal, Obras Sanitarias de la Nación (OSN). Sin embargo, las redes de agua y saneamiento del AMBA (construidas a finales de la década de 1900) llegaron a sus límites durante los años 50 debido a la creciente urbanización formal e informal. Luego de varias reformas del sector hídrico (descentralización, concesión internacional, gestión del estado federal) la gestión del suministro de agua y saneamiento de la AMBA hoy en día está a cargo de tres niveles de entidades (nación, provincias y municipios).

La gestión hídrica y la protección del medio ambiente son compartidos por diferentes entidades administrativas. Un reto importante para el desarrollo de la adaptación al cambio climático, por lo tanto, es desarrollar nuevos esquemas de gobernanza multinivel con la participación de entidades y actores para abordar la fragmentación del marco regulatorio e institucional. Con el fin de desarrollar acciones relacionadas con el cambio climático, uno de los principales desafíos

para la AMBA es la coordinación de los tres niveles de gobierno simultáneamente involucrados con las organizaciones de la sociedad civil.

Buenos Aires está altamente expuesta a los riesgos climáticos derivados del incremento de las precipitaciones y de la temperatura, así como la cada vez mayor intensidad del viento, tendencias de altas temperaturas y olas de calor. La agenda sobre cambio climático de Buenos Aires, incluye estrategias de adaptación para los problemas de agua y saneamiento, como la vulnerabilidad de los hogares, las inundaciones, los servicios públicos, la universalización, recolección residuos sólidos, disposición y contaminación industrial, etc. Por otra parte, el programa considera los cambios en los usos de agua potable, así como la necesidad de una mejor coordinación entre los actores.

Buenos Aires ha entrado sin duda en una nueva fase de gestión del agua y el saneamiento, alcanzando gradualmente una mayor participación de los actores locales (en su mayoría municipalidades) y de las organizaciones de la sociedad civil (las ONG, las Cooperativas, los movimientos populares, y las asociaciones de consumidores, usuarios y vecinales) que estaban generalmente excluidos de la gestión del agua y saneamiento.



# Chicago

An aerial night view of the Chicago skyline, showing numerous skyscrapers illuminated with lights. The city is set against a dark blue twilight sky, and the lights from the buildings and streets create a vibrant, glowing effect. The foreground shows a large, modern building with a grid-like facade and a rooftop with several air conditioning units.

**Tim Loftus,**  
Texas State University

**Mary Ann Dickinson,**  
Alliance for Water Efficiency





DATOS DEMOGRÁFICOS

---

8.7  
millones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

---

72



# Chicago

La ciudad de **Chicago**, la tercera ciudad más grande de los Estados Unidos, está situada a 179 m sobre el nivel del mar en una región metropolitana que alberga a 8.3 millones de habitantes. Chicago goza de un clima continental con veranos cálidos, inviernos fríos, y una precipitación media anual de 937 mm.

Gracias a su privilegiado entorno natural a orillas del lago Michigan y su potencial económico para el comercio, Chicago ha atraído a numerosos inmigrantes durante su historia. La ciudad es conocida por su arquitectura y los edificios situados a lo largo del río Chicago. El río en sí mismo, es famoso por tener un caudal revertido mediante ingeniería con el objetivo de mejorar el saneamiento y el transporte fluvial de mercancías aguas abajo hasta el Golfo de México. El sistema de navegación del área de Chicago (CAWS, por sus siglas en inglés) es una red de 77 millas de canales, resultado de las etapas de ampliación del proyecto original.

En la Región Metropolitana de Chicago, el 85% de los suministros de agua de la comunidad son administrados por los gobiernos municipales locales. Si bien los más de 6.4 millones de habitantes de 168 comunidades, que representa la mayoría de la población de la región de Chicago, dependen del lago Michigan para el abastecimiento de agua, las otras 111 comunidades restantes de la región dependen de las aguas subterráneas.

A través del programa "MeterSave" (un programa ofrecido por el Departamento de Administración de Agua dirigido a propietarios de viviendas que deseen

instalar voluntariamente un medidor que les permita ahorrar agua y dinero), la ciudad de Chicago instala 15,000 medidores de agua al año; y actualmente, más del 80% de la provisión del servicio de agua cuenta con estos medidores automáticos. Esta medida junto con la rehabilitación de las antiguas redes de agua potable y el mejoramiento de la eficiencia energética tienen como objetivo reducir las emisiones de carbono y ahorrar más de \$ 7.5 millones de dólares en los costos energéticos y operativos.

Algunas zonas de la Región Metropolitana de Chicago son vulnerables a las inundaciones debido a su entorno relativamente llano. Se han registrado inundaciones récord como las ocurridas en 1986 y 1987. El daño anual por inundaciones se ha calculado entre \$ 41 y \$ 150 millones de dólares en la región de Chicago, afectando aproximadamente a 20,000 hogares y negocios.

En Chicago, casi el 100% de los 8,000 km del sistema de drenaje es cloacal y pluvial combinados, por lo que se están realizando grandes inversiones a fin de limitar los desbordamientos del mismo, en el lago Michigan durante los episodios de lluvias intensas.



Asimismo, Chicago ha desarrollado una estrategia de Infraestructura Verde (GI, por sus siglas en inglés) en el área de la construcción y la planificación de infraestructuras para limitar las escorrentías, y de este modo, minimizar las consecuencias de las inundaciones, reducir la descarga de aguas contaminadas, mejorar la calidad del medio ambiente, y aumentar la resiliencia de la Ciudad ante eventos de lluvia extrema y el cambio climático. La GI aborda los eventos de precipitación como un recurso, más que una molestia, generando beneficios colaterales más allá de la reducción de las amenazas o daños por inundaciones.

La infraestructura verde de aguas pluviales incluye azoteas y callejones verdes que reemplazan los materiales impermeables con aceras de superficies permeables, calles verdes para incrementar las copas de los árboles urbanos, la desconexión de canales de recolección de agua de lluvia del drenaje pluvial, patios sostenibles para el desarrollo del uso beneficioso del agua de lluvia.

Se han invertido \$50 millones de dólares en apoyo a estas iniciativas, con lo que se lograría una reducción de 1 millón de m<sup>3</sup> de escorrentías al año.

Una mayor coordinación entre las diferentes dependencias de la ciudad, que gestionan y utilizan el espacio público,

el diseño innovador de infraestructuras, la mejora en la implementación de la regulación local, y una mayor concienciación de los ciudadanos sobre los beneficios de la GI, son políticas complementarias para el desarrollo de una mejor comprensión de los costos y beneficios del uso de la infraestructura verde para gestionar las aguas pluviales a gran escala.

El programa “*RainReady*” promueve la difusión, cursos de capacitación y talleres para que los propietarios de viviendas y las comunidades puedan reducir el impacto de las inundaciones. Una solución personalizada es elaborada entre el propietario y los expertos del programa *RainReady* en base a las condiciones estructurales y del entorno de la vivienda con el objetivo de desarrollar comunidades más resilientes a las inundaciones.

El programa “*RainReady*” ayuda a obtener financiamiento de fuentes locales, estatales y federales para abordar los problemas asociados a las inundaciones o a la calidad del agua de las aguas pluviales.

En conjunto, estas iniciativas, posicionan a Chicago entre los líderes en los EE.UU del uso de la infraestructura verde del siglo XXI para mejorar las urbanizaciones, adaptarse al cambio climático, y alcanzar otros objetivos de desarrollo sostenible.



# Ciudad Ho Chi M

Tien Dung Tran Ngoc  
Morgane Perset  
Emilie Strady  
Thi San Ha Phan  
Georges Vachaud  
Fanny Quertamp  
Nicolas Gratiot





inh



DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

7.1  
millones

82



# Ciudad Ho Chi Minh

**Ciudad Ho Chi Minh** (HCMC) tiene una población de cerca de 10 millones de personas (8.1 millones según el censo de 2014) y es una de las megaciudades más importantes de Asia Sudoriental, con un crecimiento demográfico de alrededor de 3% por año que está generando grandes cambios socioeconómicos y demográficos. Desde el año 2000, cerca de 16 km<sup>2</sup> de este territorio que abarca 2,096 km<sup>2</sup> está en constante urbanización, lo cual ha dado lugar a que el área urbana haya rebasado las fronteras administrativas, y Ho Chi Minh se ha convertido en el centro de un área metropolitana de 19 millones de habitantes.

El agua es un elemento omnipresente en la ciudad de HCMC con una red de unos 800 km de corrientes de agua y canales. En comparación con otras megaciudades del sudeste de Asia y la India, la ciudad se ha desarrollado desde el siglo XVII en una llanura deltaica que favorece a los servicios medioambientales como el abastecimiento de agua dulce, el control de inundaciones, la navegación o el transporte marítimo comercial. Estos activos han sufrido alteraciones a lo largo del siglo XX con el llenado de los canales y la creación de humedales artificiales. En la actualidad, la rápida urbanización del siglo XXI y los efectos del cambio climático han convertido a la ciudad de HCMC en una de las megaciudades más vulnerables a los peligros de inundación. Esta vulnerabilidad es ocasionada por el aumento del nivel del mar, la intensificación de las precipitaciones y el hundimiento del suelo, el cual puede alcanzar 0.02 m/año (en algunas zonas geológicas), mientras que el 65% de la ciudad se encuentra a menos

de 1.5 m sobre el nivel del mar. Además, los suelos sellados reducen el potencial de infiltración y aumenta al mismo tiempo los riesgos de inundaciones. Con el fin de combatir dicho riesgo, la ciudad de HCMC ha construido nuevas infraestructuras (alcantarillas, diques, compuertas) y los proyectos a futuro están orientados hacia la creación de humedales y lagos artificiales para la restauración de los servicios ecológicos perdidos.

En el rubro del acceso al agua potable, la ciudad de HCMC cuenta con 5,460 kilómetros de red de agua administrada por la empresa estatal denominada Saigón Water Corporation. El precio del agua es fijado por las autoridades locales las que de manera voluntaria mantienen tarifas bajas con el objetivo de que un gran número de habitantes tengan acceso al agua potable (~ \$0.45 dólares/m<sup>3</sup>). Según estudios recientes, el 85% de la población cuenta con conexión a la red de agua potable (su capacidad actual es de alrededor de 1.7 millones de m<sup>3</sup>/ día).



El sistema de suministro de agua utiliza básicamente el agua superficial de los ríos Dong Nai y Sai Gon (94% de la oferta diaria en comparación con el 6% del agua subterránea al día). Por lo tanto, el abastecimiento de agua de la ciudad de HCMC es particularmente vulnerable tanto a la intrusión de agua salina como a la contaminación de las aguas de los ríos. Este caso es aún más delicado en relación con el hecho de que el 90% de las aguas residuales (o agua de escorrentía) se descarga sin tratamiento por la falta de capacidad de la red de alcantarillado, a pesar de haber sido ampliada de 516 km a 3,095 kilómetros realizada entre 2001 y 2011, con el fin de combatir la degradación de las aguas superficiales.

Actualmente, la ciudad de HCMC está transitando de una infraestructura separada y una política sectorial a una multi-funcional e integrada, que considera los objetivos de sostenibilidad urbana, la conservación de los servicios ambientales, y la adaptación al cambio climático. Desde

un punto de vista político, esta dinámica está caracterizada por la creación de entidades específicas enfocadas al cambio climático y los riesgos de inundación. En lo que respecta a la planificación, los servicios técnicos están integrando gradualmente el principio de la compensación hidráulica frente a normas legales para contener los efectos transversales de la urbanización y las inundaciones.

Una atención especial se otorga a las áreas ambientales (humedales, manglares) consideradas como el pulmón verde de la megaciudad y también como un medio eficaz de control de las inundaciones. Desde un punto de vista técnico, se está creando una red de parques multifuncionales que combinan la construcción de lagunas de retención y áreas verdes. Estas evoluciones estructurales deben ser secundadas de medidas prácticas y eficaces como el fortalecimiento del pronóstico hidrometeorológico.



# Estambul

**Izzet Ozturk,**  
Istanbul Technical University

**Dursun Atilla Altay,**  
Istanbul Water and Sewerage  
Administration (ISKI)







DATOS DEMOGRÁFICOS

13.9  
millones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

15



# Estambul

**Estambul** es la única ciudad en el mundo situada en dos continentes: Asia y Europa. La ciudad más grande y principal de Turquía ha vivido una larga historia y ha tenido diferentes nombres: Bizancio, Constantinopla y Estambul. Gracias a esta rica historia desde la época romana, la infraestructura hídrica construida en la antigüedad aún puede ser apreciada evidenciando la importancia atribuida a este recurso en una ciudad que ha sido sitiada en varias ocasiones.

La población de Estambul es de aproximadamente 14.5 millones de habitantes según el censo del 2014 (TUIK, 2015); y su tasa de crecimiento demográfico anual es alta (2,09%), incluso para Turquía, que tiene cifras más altas que la mayoría de los países de Europa (1.39%). Solamente a través de la migración, más de 150,000 personas entran en la ciudad de Estambul al año.

Estambul es una megaciudad en crecimiento con una dimensión económica con un valor de \$200,000 millones de dólares, y se prevé que la ciudad aumente en una tasa media anual del 5% durante la próxima década. El predominio económico de Estambul se refleja en la participación de la ciudad en el ingreso nacional de Turquía, el cual oscila entre el 20 y el 25% desde la década de 1960. El consumo, la industria y el comercio de Estambul son de vital importancia para el país.

Estambul presenta un caso asimétrico en cuanto a sus recursos hídricos y su población ya que no están distribuidos homogéneamente entre el lado europeo y el asiático. La parte asiática, donde aproximadamente el 35% de la población reside, cuenta con casi el 77% de los recursos hídricos totales, incluyendo

la presa y el acueducto recientemente construidos denominado Sistema “*Greater Melen*” que proveen el moderno suministro de agua de Estambul.

La Administración de Agua y Alcantarillado de Estambul (İSKİ) fue fundada en 1981, tiene las siguientes responsabilidades: (i) el suministro de agua (planeación, construcción y operación), (ii) drenaje de aguas residuales y aguas pluviales (planeación, construcción y operación), (iii) las medidas técnicas, administrativas y legales necesarias para la protección contra la contaminación de las aguas superficiales, como mares, lagos y ríos, así como las fuentes de agua subterránea.

En este último punto, la İSKİ ha desarrollado un enfoque básico y sólido para la protección de las cuencas hidrográficas



mediante la expropiación absoluta de la zona de protección situada en los primeros 300 metros de la línea limítrofe de la presa (nivel máximo de agua), así como la prohibición de los asentamientos humanos dentro de esta zona.

La capacidad total de las plantas de tratamiento de agua existentes que suministran el agua potable a Estambul es de casi 4.4 millones de m<sup>3</sup>/día. La mayoría de estas plantas (75%) de la capacidad total fueron construidas durante los últimos 20 años.

La infraestructura municipal de aguas residuales de Estambul no está desarrollada a la par del sistema de suministro de agua, por lo que están programadas grandes inversiones para el tratamiento de aguas residuales municipales.

Se espera que los impactos del cambio climático en los recursos hídricos provocarán que la temperatura promedio del país aumente hasta 6° C, las nevadas se transformen en precipitaciones, una disminución considerablemente de éstas, con la consecuente reducción de hasta 30% de los flujos superficiales. Asimismo, se pronostica un aumento considerable en la floración de algas tóxicas en lagos someros y embalses de agua potable, y un deterioro de la calidad de los recursos hídricos a nivel global.

La estrategia de adaptación al cambio climático en los sistemas hídricos de Estambul incluye los siguientes proyectos:

- Trasvase de agua inter-cuencas mediante la construcción de la Presa Great Melen y sus sistemas de distribución de agua,
- Restauración de acuíferos para proveer del 5 al 10% de la demanda anual de agua,
- Reducir entre el 15 y 17% el agua no contabilizada para el 2023,
- Uso de agua reciclada,
- Asegurar un uso eficaz y eficiente del agua mediante la aplicación gradual de tarifas y campañas para el ahorro de agua realizadas conjuntamente con el Ministerio correspondiente,
- Incrementar las energías renovables mediante el uso de la energía eólica, solar y la bioenergía para reducir la huella de carbono,
- El control de inundaciones y la reducción su riesgo mediante la elaboración de mapas de inundaciones y la rehabilitación de los arroyos.

Estambul enfrentará desafíos en materia de agua en el futuro, pero confía en su capacidad para asegurar la sostenibilidad y seguridad del recurso a fin de cumplir con las expectativas del desarrollo de esta mega ciudad en un contexto caracterizado por los cambios globales.



# Lagos

**Akomeno Oteri,**  
Akute Geo-Resource Ltd.

**R.A. Ayeni,**  
Hanorado Global Solutions  
Nig Ltd.





DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

12.6  
millones

19



# Lagos

El Estado de **Lagos** está situado en la parte sudoeste de Nigeria, cuenta con 57 unidades administrativas del gobierno local y abarca una superficie de 3,577 km<sup>2</sup>. Se localiza en una llanura costera, se caracteriza por terrenos planos con una altitud inferior a los 15 metros sobre el nivel del mar. Los cuerpos de agua y los humedales abarcan más del 40% de la superficie terrestre total. La población del Estado de Lagos en el año 2006 era de 17,5 millones de habitantes. Con una tasa de crecimiento demográfico del 3.2%, la población proyectada en el año 2015 es de 23,3 millones de habitantes. La megaciudad de Lagos incluye las comunidades urbanas, suburbanas y rurales, de las cuales el 32.5% se encuentran en zonas urbanas.

El sector hídrico cuenta con un marco de Gobernanza que se fundamenta en tres pilares:

- El desarrollo, revisión de la formulación, seguimiento y evaluación de las políticas.
- La prestación de servicios; el abastecimiento de agua y la gestión del saneamiento/aguas residuales; y
- La regulación.

Estas tres actividades son en realidad independientes entre sí y son responsabilidad de organismos independientes.

Las precipitaciones varían de un lugar a otro en la ciudad, en 2013 el valor anual más alto fue de 1927 mm y el valor mínimo anual fue de 825 mm.

Gracias a su abundante precipitación anual, la megaciudad de Lagos cuenta con abundantes recursos hídricos superficiales. La demanda total de agua

se estima en 2,452 millones de m<sup>3</sup> por día (Mm<sup>3</sup>/d) utilizando la demanda de agua per cápita de 136.4 litros por día. La producción de agua de la Corporación de Agua de Lagos es de 0.9534 Mm<sup>3</sup>/d. La brecha de la demanda se satisface por particulares mediante pozos excavados y pozos perforados. El abastecimiento de agua industrial es predominantemente, o casi totalmente, mediante aguas subterráneas. El agua de la Corporación de Agua de Lagos es de buena calidad y cumple con la norma de Nigeria en el punto de producción.

A pesar de que la producción de agua potable de la Corporación de Agua de Lagos proviene principalmente de las fuentes de agua superficial, la mayor parte de las personas dependen de las aguas subterráneas. Con el fin de satisfacer la brecha de la demanda, se ha desarrollado un Plan Maestro de Lagos para el Abastecimiento de Agua (2010-





2020) cuyo objetivo es suministrar agua a todos los residentes de la megaciudad para diciembre del año 2020.

Los recursos hídricos son susceptibles de contaminarse a partir de la intrusión salina y la presencia de hidrocarburos. Además, Lagos no cuenta con un sistema de alcantarillado principal y la eliminación de aguas residuales procedentes de fuentes nacionales se realiza a través del uso de tanques sépticos.

La Oficina de Gestión de Residuos del Estado de Lagos ha realizado desde 2010 la rehabilitación de las antiguas plantas de tratamiento de aguas residuales y la construcción de otras nuevas. La infraestructura total de aguas residuales funcional ha aumentado del 0.04% al 6%.

La mayor parte de la megaciudad de Lagos es de baja altitud con alto nivel freático. En el 2011, Lagos quedó sumergido por la inundación.

La gestión eficaz de inundaciones incluirá, entre otros puntos, los siguientes:

- Mecanismos de alerta temprana mediante la predicción regular de patrones de lluvia en colaboración con la Agencia Meteorológica de Nigeria (NIMET).
- Elaboración de planes maestros de drenaje.

Dos de cada tres personas viven en barrios marginales en la megaciudad de Lagos. La Corporación de Agua de Lagos cobra una tarifa muy baja, mucho más baja de lo que

cobra una Junta Estatal de Agua operada por una asociación público-privada y mucho más baja que la de un proveedor de abastecimiento de agua privado. Las repercusiones en los costos del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua de Lagos destinados a la producción de 3,38 Mm<sup>3</sup>/d se ha estimado en 2,486 millones de dólares.

La Corporación de Agua de Lagos tiene un deficiente historial en materia de operación y mantenimiento de los sistemas de aguas subterráneas a pesar de que la mayoría de las industrias y zonas residenciales la utilizan. Las instalaciones centrales para el tratamiento de aguas residuales y de alcantarillado son rudimentarias.

El Estado de Lagos enfrentará dos problemas principales relacionados con las infraestructuras hidráulicas:

- El cambio climático con un creciente nivel del mar y/o aumento de precipitaciones y marejadas.
- El desarrollo urbano en el estado de Ogun, que rodea la megaciudad de Lagos al norte y el este.

Los elementos clave de la estrategia actual del Estado para combatir el cambio climático son:

- El lanzamiento de un programa de concienciación y sensibilización del público sobre el tema.
- El lanzamiento de un programa de mitigación y adaptación al cambio climático.



# Londres

**Jo Parker,**  
Watershed Associates Ltd.





DATOS DEMOGRÁFICOS

---

10.2  
milliones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

---

27



# Londres

**Londres** es la capital y la zona urbana más grande del Reino Unido, cuenta con una población de 8.6 millones de habitantes que se estima llegará a 11 millones en 2050. Su economía está basada en las industrias de servicios y es uno de los centros financieros más importantes del mundo.

Los habitantes de Londres gozan de una buena infraestructura de transporte y tienen un alto índice de esperanza de vida. La ciudad es también un importante destino turístico considerada como la ciudad más visitada del mundo. Londres, fundada por los romanos, es un puerto del río Támesis lo que ha influenciado en gran medida su historia y desarrollo. Gran parte del este y noreste de la ciudad se encuentra en la llanura de inundación del río Támesis. En el siglo XIX, Londres era la ciudad más grande del mundo y afrontaba grandes problemas de salud pública y de deterioro medioambiental.

Si bien el suministro y la calidad de agua fueron desarrollados en la década de 1850, la depuración de aguas residuales tuvo un progreso lento; el río Támesis se convirtió en poco más que una cloaca. Hoy en día el 70% del suministro de agua de Londres proviene del río Támesis y de su red de tributarios, complementándose el resto con pozos excavados. Durante el siglo XX se realizaron importantes mejoras al sistema de alcantarillado con el diseño y la construcción de una extensa red, 160 kilómetros de interceptores principales, y la provisión de tratamiento de aguas residuales. Londres cuenta con una de las infraestructuras de agua y aguas residuales más antiguas en el mundo;

más de la mitad de las infraestructuras principales fueron construidas hace más de 100 años y una tercera hace más de 150 años.

Las autoridades del agua se privatizaron en 1989 con el fin de abordar el reto de mantener la base de activos estableciéndose estrictos controles financieros y regulatorios mediante la creación de la Autoridad Reguladora de Servicios de Agua (Ofwat). Asimismo, otras disposiciones reglamentarias se realizaron a través de la Ley de la Industria de Administración de Aguas en 1991 y del Ministerio de Medio Ambiente, la cual establece las funciones y atribuciones de la Agencia de Medio Ambiente (Environment Agency - EA) y de la Oficina de Inspección de Agua Potable (Drinking Water Inspectorate -DWI).

En Londres, el suministro de agua y saneamiento es responsabilidad de la empresa Thames Water Utilities Ltd., conocida como Thames Water. La tarifa que se paga en promedio al Thames Water es de £354 libras al año, y más de dos terceras partes de los usuarios pagan una tarifa fija por el agua que consumen.

El impacto del cambio climático en Londres será sustancial y de amplio alcance, incluyendo los siguientes puntos:





- El incremento de la demanda de agua a consecuencia del aumento de la temperatura y las tendencias en los hogares pequeños que presentan un uso menos eficiente del agua;
- La disminución de la cantidad de agua disponible para su extracción en la cuenca de Londres que pasará de 2079 ml/día en 2014/15 a 2002 ml/día para 2034/35;
- El aumento del riesgo de inundaciones de las infraestructuras básicas, ya observado en el incremento del funcionamiento de la Barrera del Támesis;
- El aumento del número de descargas por los desbordamientos de la red de alcantarillado teniendo presente que las precipitaciones son más intensas;
- El aumento de la demanda energética dedicada al bombeo y al tratamiento del agua para hacer frente a las lluvias y a la demanda.

La innovación técnica, así como las primicias mundiales como los enfoques de cuenca o la creación del modelo regulatorio tripartito, han establecido una larga tradición de innovación en el Reino Unido. Hoy en día, Londres está aprovechando esto para encontrar nuevos enfoques que aborden los desafíos relacionados con el cambio climático.

Se apoya a las iniciativas sobre eficiencia del agua o de gestión de residuos descargados en las alcantarillas mediante una comunicación más proactiva y una mayor participación de los usuarios y las comunidades lo que permite al mismo tiempo conocer las prioridades de los clientes. Las herramientas y técnicas de gestión de activos están impulsando la optimización de las inversiones. El reciclaje de agua y el equipamiento eficiente de agua han sido probados tanto a escala pública (Millennium Dome) como a nivel nacional; las lecciones aprendidas se están poniendo en práctica en el sitio Olímpico (40% menor consumo de agua que otros lugares similares), entre otros lugares. Las asociaciones como la del Drenaje de Londres son utilizadas para gestionar de forma sostenible las aguas superficiales. En cuanto a las inundaciones por mareas y fluviales, la Agencia de Medio Ambiente (EA) implementó un enfoque más coherente y de colaboración basado en el seguimiento y la modelización del río lo que permite la evaluación del impacto a corto y largo plazo.

Hoy en día los londinenses disfrutan de un servicio de agua potable y aguas residuales continuo. Para abordar los desafíos del cambio climático, Londres continúa innovando en la colaboración con alianzas y participando de manera proactiva con los usuarios y las comunidades.



# Los Angeles



**Adel Hagekhalil,**  
Bureau of Sanitation of the  
City of Los Angeles

**Inge Wiersema,**  
Carollo Engineers





DATOS DEMOGRÁFICOS

---

12.3  
milliones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

---

20



# Los Ángeles

La ciudad de **Los Ángeles** (L.A.), tiene 4 millones de habitantes y es el centro económico del Gran Los Ángeles donde viven 13 millones de personas. La ciudad está ubicada a lo largo del Océano Pacífico en el sur de California y destaca por su clima cálido, hermosas playas, y por ser el centro de la industria del entretenimiento estadounidense.

Gracias al clima mediterráneo de la ciudad se pueden disfrutar muchos días de sol, que contrasta con el promedio de 15 pulgadas (38 cm) de precipitación anual. Históricamente, la lluvia de las grandes cuencas ha sido recargada en las cuencas de aguas subterráneas subyacentes. Sin embargo, debido a la rápida urbanización de a principios de los años 1900, la ciudad comenzó a explorar nuevas opciones de suministro de agua, lo que resultó en tres grandes sistemas de acueductos que importan agua desde muy lejos. Además, la ciudad utiliza el agua subterránea local, agua reciclada, y la conservación del agua para satisfacer sus demandas de agua.

Muchas de las fuentes tradicionales de abastecimiento de agua de Los Ángeles son cada vez más limitadas a causa de la contaminación del agua subterránea, las restricciones ambientales y los impactos del cambio climático, tales como la disminución de la capa de nieve y las sequías prolongadas. Dos iniciativas clave para lograr un suministro más sostenible del agua son: la Directiva Ejecutiva N° 5 de la Alcaldía y el Plan de Sostenibilidad 2015 de la L.A., que establecen las metas de un 25% en la conservación del agua para el 2035, la reducción de la compra de los suministros de agua importados a menos del 50% para el 2025, y el 50%

de agua de origen local para año 2035, respectivamente. Para lograr estos objetivos, la ciudad está acelerando los esfuerzos de desarrollo del suministro local para hacer del agua reciclada y pluvial una mayor parte de la cartera de suministro de la ciudad, además de continuar con los esfuerzos proactivos de conservación del agua.

## Conservación

L.A. cuentan con un largo historial en la implementación de programas de conservación del agua y recientemente estableció nuevos y enérgicos objetivos en respuesta a la continua y grave sequía a nivel estatal. Como resultado a estos esfuerzos, el consumo de agua en 2015 fue aproximadamente igual al consumo de hace 45 años, a pesar del aumento demográfico de más de un millón de habitantes.

## Reciclaje de agua

El sistema de alcantarillado de la ciudad conduce las aguas residuales a cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales tres incluyen instalaciones de tratamiento adicionales





que producen agua reciclada. La ciudad está comprometida a aumentar de manera significativa el uso del agua reciclada con un enfoque múltiple de reúso no potable (NPR, por sus siglas en inglés), reúso indirecto potable (IPR, por sus siglas en inglés), y potencialmente el reúso potable directo (DPR, por sus siglas en inglés).

L.A. han identificado segmentos de ampliación de tuberías de aguas recicladas que incrementarán de manera colectiva la cantidad del reúso no potable actual de la ciudad de 12.3 millones  $m^3/año$  (10,000 acres-pies por año (AFY)) a 55.5 millones de  $m^3/año$  (45,000 AFY) para el 2040. La ciudad también está avanzando con un proyecto de reúso indirecto potable con hasta 37 millones de  $m^3/año$  (30,000 AFY) de agua reciclada para el año 2024, junto con un proyecto de remediación de aguas subterráneas para la misma cuenca para el 2021. Además, la ciudad está evaluando actualmente opciones para proyectos de IPR a gran escala adicionales y está explorando las posibilidades del DPR en el futuro.

### **Captura y reúso de aguas pluviales**

Las aguas pluviales son un recurso de agua local poco aprovechado, ya que es difícil de coleccionar y recargarse debido al paisaje altamente urbanizado de la ciudad y sus características hidrológicas. Sin embargo, la captura de las aguas pluviales se ha

convertido en una prioridad como fuente de suministro de agua local y para mejorar la calidad del agua, de la vida marina y las playas de L.A. A fin de incrementar el aprovechamiento de las aguas pluviales, la ciudad se ha fijado metas contundentes en su Plan de Sostenibilidad para duplicar la colecta y recarga de las aguas pluviales a 185 millones de  $m^3/año$  (150,000 AFY) para el 2035.

### **La planificación para el futuro**

Con el fin de abordar los desafíos en materia de agua, L.A. están desarrollando actualmente el Plan "Una sola Agua de Los Ángeles 2040" ("One Water LA 2040 Plan"), que adopta un enfoque integrado para gestionar toda el agua como "Una sola Agua". Tradicionalmente, los municipios se han visto obstaculizados por trabajar en silos, con departamentos separados centrándose en sólo uno o unos pocos aspectos del agua, como el agua potable, aguas residuales, agua reciclada, las aguas pluviales, etc. El "One Water LA 2040 Plan" adopta medidas para eliminar estos silos de forma proactiva y poder planificar para el futuro con un fuerte enfoque en el desarrollo de la oferta local, las políticas de colaboración y soluciones de gestión integrada del agua que va a hacer de Los Ángeles una ciudad más sostenible y resiliente.



# Manila

**Arjun Thapan,**  
WaterLinks





DATOS DEMOGRÁFICOS

12.7  
milliones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

18



# Manila

**Manila** está situada en la llanura del río Pasig que fluye a la bahía de Manila. La ciudad goza de un clima tropical con temperaturas medias de entre 20 y 38 °C.

Gran Manila, llamada Metro Manila, está compuesta por 17 municipios, en una superficie de 636 km<sup>2</sup>.

El área total urbana tiene una población de 24 millones. La densidad de la población urbana de Manila es de 19,130 habitantes/km<sup>2</sup>.

Los municipios de Metro Manila son administrados de manera autónoma por un Alcalde, aunque contrasta con la ausencia de una planificación urbana integrada, diseño y ejecución de proyectos, e instituciones de gestión urbana unificada.

La ciudad se enfrenta a grandes riesgos originados por el aumento de temperatura pronosticado de 4 °C para el 2100, un aumento del nivel del mar de hasta 2 metros con la consiguiente intrusión salina, y con estaciones secas y húmedas más largas.

Al menos el 20% del territorio es vulnerable a las inundaciones. La ciudad ha tenido un régimen de precipitación alta en los últimos 30 años hasta los años 1990, con un promedio de precipitación anual de entre 1,834 mm y 2,257 mm.

Los bienes de la infraestructura hídrica son de propiedad pública del Sistema Metropolitano de Agua y Alcantarillado (MWSS, por sus siglas en inglés) establecido en 1971. A partir de julio de 1997, los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado son administrados por dos concesionarios privados: la zona

este por la Compañía de Agua de Manila (MWCI, por sus siglas en inglés) y la zona oeste por la empresa Servicios de Agua Mayniland (MWSI, por sus siglas en inglés). Estos acuerdos de concesión tienen una vigencia de 25 años.

El MWSS tiene la responsabilidad de dos funciones separadas: la primera la de regular, y la segunda la de administrar y gestionar los bienes retenidos, préstamos existentes, facilitar el suministro de agua en volumen, y desarrollar nuevas fuentes de agua.

Las 3 presas existentes, Angat, Ipo, y La Mesa, proveen un total de 4 millones de m<sup>3</sup> de agua cruda por día a los dos concesionarios del sector privado. El MWSS también extrae 100 millones de m<sup>3</sup>/año de agua de la Laguna de Bay.

Si bien Manila tiene una cobertura de casi el 99% del acceso al agua potable, menos del 15% de la población de la ciudad está conectada a un sistema de alcantarillado y menos del 50% cuenta con tratamiento de aguas residuales. Está previsto tener una cobertura total para el 2037. El MWSS calcula que en la ciudad existen alrededor





de 2.17 millones de fosas sépticas y el 75% de la contaminación es causada por las aguas residuales residenciales.

La ausencia del tratamiento eficaz de aguas residuales y la obstrucción en la mayoría de los cuerpos de agua a causa de los desechos sólidos, han creado una grave situación de salud pública en Manila. Los ríos Marikina y Pasig están biológicamente muertos.

En el año 2008, las autoridades se vieron obligadas a tomar medidas específicas para la limpieza de la bahía de Manila por lo que se les requirió a los dos concesionarios, el MWCI y el MWSI, la planeación de inversiones en saneamiento y alcantarillado para toda la ciudad. Como resultado, ambos concesionarios han logrado progresar en la prestación de los servicios de saneamiento.

Después de 18 años de la adjudicación de las concesiones, el abastecimiento de los servicios es 24/7 de manera habitual con una buena presión del agua, y con una calidad que cumple con los respectivos estándares. El consumo medio es de 300 litros/habitante/día. Sin embargo, hay una

continua pérdida de grandes cantidades de agua tratada. En mayo de 2015, la tarifa básica de agua del MWCI fue de USD\$ 0.583/m<sup>3</sup> y del MWSI fue de USD\$ 0.704/m<sup>3</sup>.

Las organizaciones de la sociedad civil mantienen una estrecha vigilancia sobre el desempeño de las dos concesionarias y están promoviendo los sistemas de abastecimiento de agua a cargo de las comunidades para la población de los asentamientos informales.

La demanda de agua proyectada para el año 2037 es de 74,3 m<sup>3</sup>/s contra la demanda actual de 35,9 m<sup>3</sup>/s, y no se tiene la certeza de que la capacidad de la presa Angat pueda proveer más de 46,3 m<sup>3</sup>/s.

Manila cuenta con uno de los mejores servicios de abastecimiento de agua en Asia, y un mejor servicio de gestión de aguas residuales en crecimiento. Sin embargo, la inadecuada infraestructura urbana de Manila, y su deficiente organización y gestión, es su talón de Aquiles.



# México

An aerial photograph of Mexico City, showing a dense urban landscape with various buildings, including a prominent red brick skyscraper and several modern glass towers. A wide, busy street with many cars runs diagonally through the scene. The sky is clear and blue. A large, dark circular graphic is overlaid on the left side of the image, containing the text 'Rubén Chávez, CONAGUA'.

**Rubén Chávez,**  
CONAGUA



DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

20.8  
millones

4





# México

La Zona Metropolitana del Valle de **México** (ZMVM) ocupa gran parte de la cuenca del Valle de México; es la capital del país y su mayor núcleo político, económico, religioso y comercial. La cuenca del Valle de México, cerrada en su estado natural, está delimitada en los cuatro puntos cardinales por cadenas montañosas, por lo que el agua meteórica que corría dentro de ella generó ríos, arroyos y manantiales, cuyas aguas fluían en cinco grandes lagos permanentes y varios más pequeños, que se extiende en la parte baja del valle.

Hasta finales del siglo XIX, la cuenca albergaba una población inferior a un millón de habitantes, por lo que la reducida demanda de agua fue atendida mediante el desvío de cursos de agua superficiales, como manantiales y numerosos pozos poco profundos. Sin embargo, a pesar de la falta de desarrollo y la baja densidad demográfica de la época, los problemas de salud pública eran comunes a causa de las inundaciones y la falta de una infraestructura de drenaje sanitario y saneamiento básico.

Con el drenaje artificial de la cuenca, que comenzó en el siglo XVII, los grandes lagos fueron lentamente desecados, dejando grandes zonas del valle disponibles para el uso agrícola y urbano. Durante el siglo XX, la ciudad y los poblados dispersos en el valle, se interconectaron y se extendieron abarcando las zonas agrícolas, para convertirse en la actual Zona Metropolitana de la Ciudad de México, cuya población aumentó más de 20 veces a lo largo de los últimos 80 años, y hoy en día alberga alrededor de 22

millones de personas, una quinta parte de la población nacional.

La principal fuente de agua en la cuenca es, sin duda, el agua subterránea. La explotación a gran escala del acuífero comenzó a finales del siglo XIX, cuando las fuentes de agua superficial no fueron suficientes para satisfacer la creciente demanda de agua para todos los usos. Hoy en día, los acuíferos de la cuenca son las fuentes principales, abasteciendo dos tercios de la demanda de agua de la ZMVM.

Al mismo tiempo, la sobreexplotación de los acuíferos es el mayor problema de agua en la cuenca, ya que durante los últimos 60 años, los niveles del agua subterránea bajaron en todo el valle; a su vez, el agotamiento progresivo de los niveles freáticos del acuífero desencadenó la consolidación de las capas de arcilla y, por tanto, el hundimiento diferencial de la tierra que ha provocado graves daños a la infraestructura urbana, un problema de drenaje severo y algunas manifestaciones peculiares y llamativas: las tuberías de





revestimiento de los pozos convertidas en postes sobresaliendo varios metros sobre la superficie.

La explosión demográfica en la cuenca impuso una creciente presión sobre las reservas de agua subterránea. Como consecuencia de ello, se desarrollaron grandes proyectos de infraestructura hidráulica para importar agua desde cuencas y acuíferos circunvecinos, en la segunda mitad del siglo XX, como el gran Sistema Cutzamala, que entró en funcionamiento en la década de los años 1980, y cuyo principal acueducto tiene una longitud total de 162 km y el agua que transporta tiene que superar una cuesta de alrededor de 1,366 m desde su origen hasta su destino.

Otro problema importante que enfrenta la megaciudad son las inundaciones. La capacidad del sistema de drenaje sigue siendo superada por las fuertes y prolongadas lluvias provocando inundaciones de aguas residuales y pluviales con los consecuentes graves daños principalmente en los sectores de

menor capacidad económica de la zona metropolitana.

En relación con el cambio climático, las investigaciones realizadas para calcular su impacto potencial sobre los recursos hídricos en México han pronosticado que no se espera un mayor impacto en la cuenca del Valle de México, aunque a nivel nacional, los resultados indican que podría esperarse un aumento de la temperatura y una disminución de las precipitaciones, cuyo efecto combinado produciría la drástica disminución de la escorrentía, la infiltración y la recarga de los acuíferos y la ocurrencia de sequías más severas, frecuentes y prolongadas.



# Mumbai

An aerial photograph of Mumbai, India, showing a dense urban landscape with numerous high-rise apartment buildings and older structures. The city is situated along a coastline, with a large body of water visible in the background. A prominent dark blue circle is overlaid on the center of the image, containing white text.

**Ashok Hukku,**  
TechVision Security  
Consultants Pvt Ltd.

**Jairaj Phatak,**  
Municipal Corporation  
of Greater Mumbai

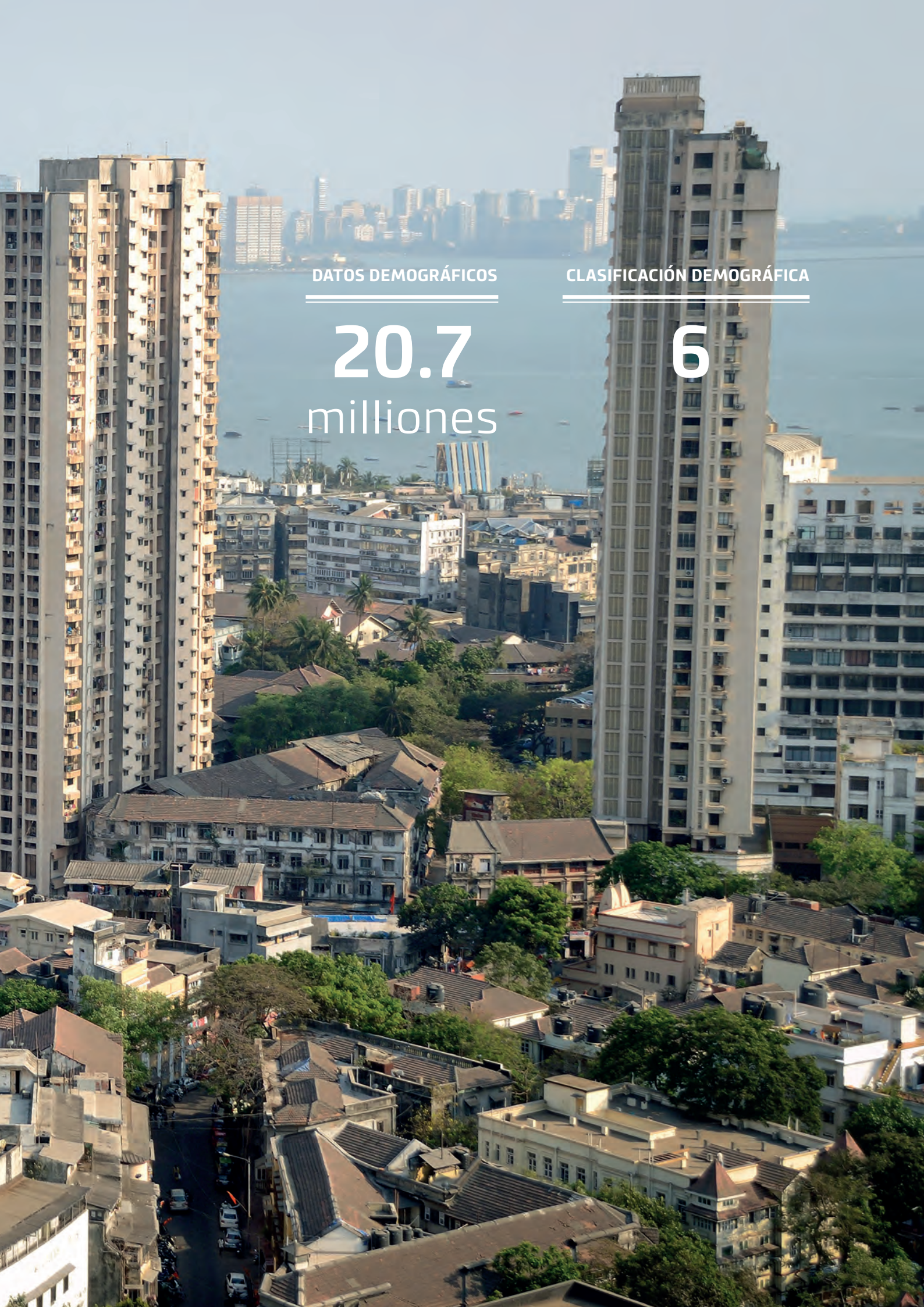


DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

20.7  
millones

6





# Mumbai

**Mumbai** es la ciudad más grande de la India, construida sobre grandes terrenos ganados al mar, uniendo las siete islas originales, con una población de 12.4 millones de habitantes (2011) y que en la actualidad está mostrando signos de estabilización. 56% de los habitantes viven en barrios marginales.

El Ayuntamiento incluye a la ciudad - dividida en veinticuatro distritos con sus respectivas oficinas gubernamentales locales- y a los suburbios. Las operaciones cotidianas y el mantenimiento de las obras municipales están a cargo de estas oficinas. La ciudad es administrada a nivel gerencial y el comisionado municipal es designado por el gobierno estatal.

El caudal del río Mithi proviene de los lagos Tulsi y Vihar durante los meses del monzón y las aguas residuales son descargadas en su cauce durante todo el año. Los seis últimos kilómetros del río Mithi enfrentan considerables marejadas, las inundaciones provocadas por este río causaron considerables daños (₹ 2.47 mil millones de rupias) en Mumbai en el año 2005.

El servicio de suministro de agua y alcantarillado es una función obligatoria del Ayuntamiento, se le otorga un sub-presupuesto por separado y es supervisado por el Comisionado Municipal. La Autoridad Regional de Planificación no ejerce ninguna función directa en el mismo. La participación comunitaria en dicho servicio se logra en gran medida a nivel de oficina distrital.

Más del 97% de los 3,900 millones de litros de agua por día provienen de los

grandes lagos construidos a partir de 1955 mediante represas en los ríos y a una distancia aproximada de 100 kilómetros. Los usuarios industriales y comerciales subvencionan a los habitantes de barrios marginales y otras zonas pobres. La corporación municipal determina la tarificación del agua para las diferentes categorías de consumidores; la tarifa de agua para los consumidores nacionales más pobres de Mumbai es de aproximadamente \$0.8 centavos de dólar/m<sup>3</sup>.

Actualmente el Programa de Mejora de la Distribución de Agua Potable aborda los siguientes temas:

- Actualización de la red de distribución de agua potable para proveer un suministro continuo;
- Reducción del agua no contabilizada (UFW/NRW);
- Medición universal (para mejorar la información y la facturación del servicio de agua),
- Estructura tarifaria telescópica para consumo de agua (para coadyuvar a la conservación del recurso); y
- Suministro de agua las 24 horas del día y los siete días de la semana (24x7) (para otorgar resiliencia al abastecimiento para todos los consumidores).





Aunque hay casos aislados de contaminación del agua en los barrios marginales, el agua del grifo es bastante segura para beber, y la cantidad distribuida del agua es adecuada para la población. Sin embargo, el principal reto a abordar es cómo mejorar la distribución y el suministro 24x7 para proveer a toda la población. El consumo per cápita medio en Mumbai es de 190 litros/per cápita/día, y se ha alcanzado un 75% de conexiones con medidores.

Sólo alrededor del 65% de la población de la Gran Mumbai cuenta con red de alcantarillado; el impuesto por este servicio es recuperado a través de los recibos de agua y representa el 60% del total del mismo. El proyecto sobre la disposición de aguas residuales de Mumbai (MSDP-I) fue terminado en el 2009 y la mejora de tratamiento de aguas residuales se ha traducido en el mejoramiento de la calidad del agua costera, beneficios en la salud y estéticos, y el aumento de la producción piscícola. Sin embargo, algunas las expectativas en materia de alcantarillado en la ciudad de clase mundial todavía no

se cumplen, la limpieza de los drenajes es un importante ejercicio durante el período del pre-monzón en Mumbai.

La intensidad de las precipitaciones en ocasiones supera los 100 mm/hora, muchas veces durante la ocurrencia de un fenómeno meteorológico y en solo un día, como el del 26 de Julio de 2005 que evidenció la necesidad de la gestión eficaz de desastres y originó la instalación posterior de radares Doppler.

En relación con el impacto del cambio climático, se espera un aumento de 3º C en la temperatura media durante el siglo actual, y se prevé que la precipitación media anual diaria aumente en 0,34 mm. Además, el nivel del mar en Mumbai se ha incrementado de 1.3 mm/año a 3.1 mm/año. Manila enfrenta muchos riesgos relacionados con el agua. Los riesgos de inundación son elevados por las fuertes lluvias en la temporada de monzones.



# Nueva York

An aerial photograph of New York City, showing a dense cluster of skyscrapers in the Lower Manhattan area. The Freedom Tower is the most prominent building on the right side. The city extends to the water's edge, with the Hudson River and East River visible. The sky is clear and blue.

**Angela Licata,**  
New York City Department of  
Environmental Protection





DATOS DEMOGRÁFICOS

---

18.5  
milliones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

---

9



# Nueva York

La ciudad de **Nueva York** cuenta con el suministro de agua no filtrada más grande de todos los Estados Unidos. Más de nueve millones de usuarios y visitantes dependen de tres amplios sistemas de embalses, incluyendo 19 embalses y 3 lagos controlados, con una capacidad de almacenamiento de cerca de 2.2 billones de litros. Este sistema fue meticulosamente diseñado como una red interconectada que ha asegurado un abastecimiento de agua potable flexible, fiable y resiliente durante más de un siglo. El agua de lluvia y las aguas residuales se transporta a través de una red de 12,070 kilómetros de alcantarillado sanitario y alcantarillados pluviales combinados y tratada en 14 grandes plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. En esta monografía se describe brevemente los esfuerzos actuales de planificación a largo plazo y de gestión adaptativa que se están llevando a cabo por parte del Ayuntamiento a fin abordar los desafiantes impactos de una población en crecimiento, el envejecimiento de la infraestructura y el cambio climático.

Con cerca de 8.4 millones de personas, la población de la ciudad se encuentra en un nivel máximo histórico, y se espera que alcance los 9 millones para el año 2040. Esta creciente población pondrá a prueba la infraestructura más antigua de la ciudad y comprobará la fiabilidad de los servicios municipales. Ante esta situación, la ciudad de Nueva York está realizando grandes inversiones en la mejora de los redundantes, la resiliencia, y las interconexiones de sus sistemas de suministro de agua. Por ejemplo, estamos a punto de terminar nuestro tercer túnel hidráulico y un nuevo proyecto de interconexión de suministro de agua bruta.

Como ciudad costera, enfrentamos a los cada vez mayores riesgos de los impactos

del cambio climático global, incluyendo el aumento del nivel del mar, y el incremento en la intensidad y frecuencia de los huracanes y las inundaciones costeras que pueden afectar a los activos de agua y aguas residuales. Por ejemplo, en el año 2011 las tormentas tropicales Irene y Lee provocaron altos niveles de sedimentos y bacterias en los embalses y dieron lugar a que se tomaran medidas de control sin precedentes. En el 2012, el huracán Sandy provocó a una marejada afectando significativamente los activos de aguas residuales ciudad de Nueva York, causando más de \$ 95 millones en daños a la infraestructura de aguas residuales y dejando sin electricidad y equipos críticos a las instalaciones clave ubicadas frente al





mar. La ciudad de Nueva York también tiene que enfrentarse a los riesgos del cambio climático en el sistema de recolección de aguas residuales como consecuencia de los episodios de lluvia de alta intensidad, o "lluvias torrenciales".

Como resultado, la ciudad está acelerando los esfuerzos para mitigar los riesgos climáticos con una estrategia integral verde y gris que incluye importantes inversiones en infraestructura para gestionar los crecientes volúmenes e intensidades de las aguas pluviales. La ciudad de Nueva York también invierte en un Plan de Resiliencia de Aguas Residuales para proteger a las instalaciones de tratamiento ubicadas frente al mar de los impactos de las tormentas costeras y del aumento del nivel del mar. El Plan también persigue ambiciosas metas de reducción de los gases de efecto invernadero que incluyen un objetivo para alcanzar el consumo de energía neta cero en las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas dentro de la ciudad para el año 2050.

El Departamento de Protección Ambiental (DEP, por sus siglas en inglés) está integrando nuevas tácticas para gestionar los eventos climáticos extremos y crónicos, a través de la optimización del sistema, la infraestructura verde, la gestión de la demanda, y la protección contra las inundaciones de las instalaciones vitales. Estas técnicas se pueden adaptar y ampliar según la eficacia mostrada en su supervisión y según surjan nuevas informaciones sobre el cambio climático. Sin embargo, las inversiones en la resiliencia y la calidad del agua

continúan para poder competir con las necesidades paralelas de mantener el buen estado de mantenimiento, construir nuevas infraestructuras, e invertir en las mejoras de energía para cumplir con los ambiciosos objetivos de reducción de gases de efecto invernadero de la ciudad, a la vez que se garantiza la asequibilidad para los residentes más vulnerables.

El cambio climático también presenta desafíos en las necesidades concurrentes de financiamiento y los objetivos móviles para cumplir con los requerimientos regulatorios. Cumplir con los criterios de calidad del agua puede convertirse en un reto mayor a medida que aumenta la precipitación y cambian las características físicas y químicas de los cuerpos de agua. Además, a medida que los riesgos derivados de las fuertes precipitaciones, el aumento del nivel del mar, y el incremento de las marejadas, el DEP tendrá que promover nuevos métodos y tecnologías de gestión de las aguas pluviales para cumplir con los objetivos sobre la calidad del agua, el drenaje, y la protección del litoral.

De cara al futuro, el DEP continúa buscando soluciones a largo plazo que optimicen el capital, mantenimiento y costos de operación al tiempo que minimiza los impactos ambientales. Estas soluciones impulsarán las asociaciones públicas y privadas, redefinirán el uso del suelo, mejorarán las infraestructuras existentes, y permitirán a la ciudad de Nueva York desarrollar herramientas para optimizar y mejorar los sistemas de agua y aguas residuales existentes para adaptarse a un clima cambiante.

# París

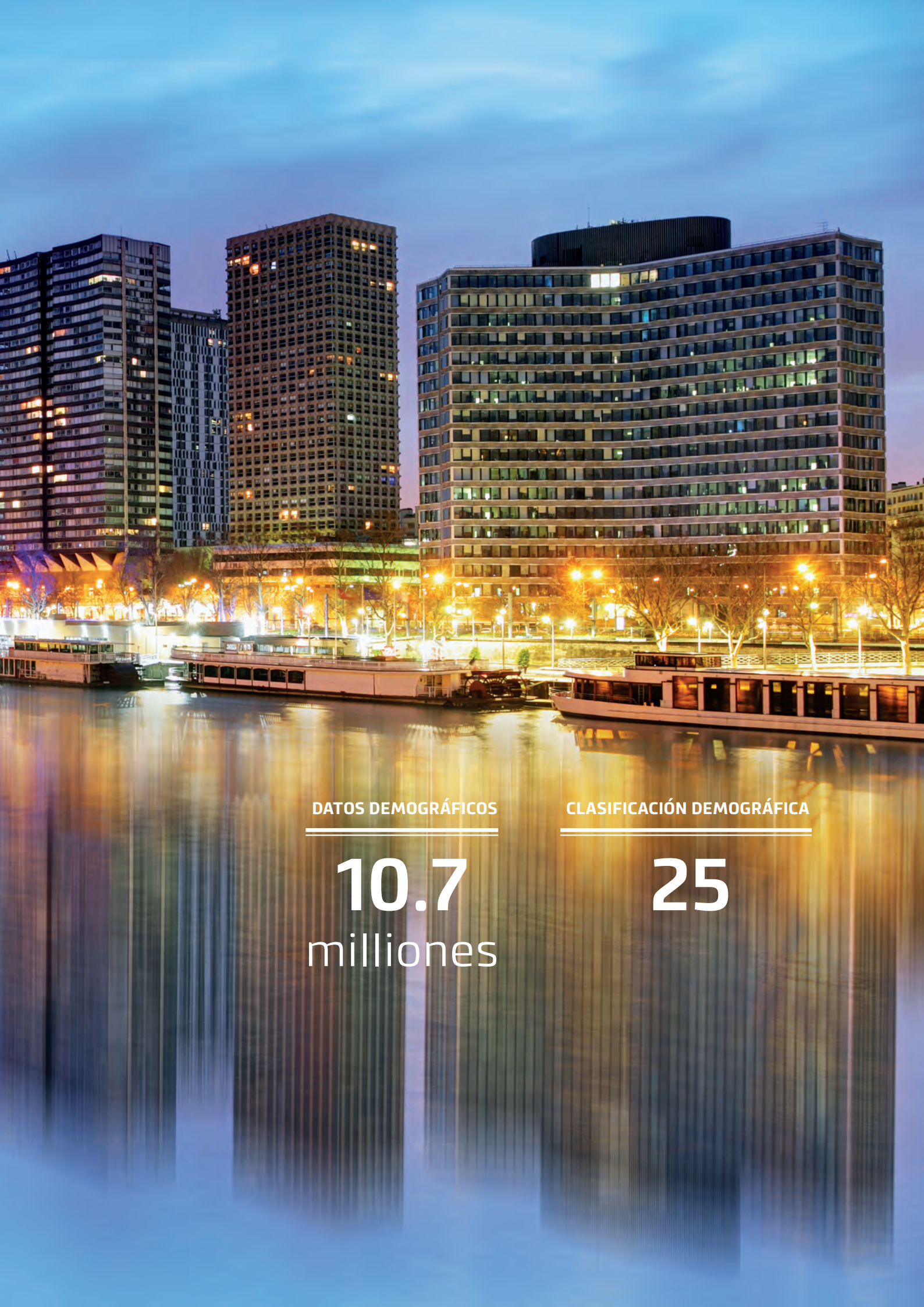
A nighttime photograph of the Paris skyline. The Eiffel Tower is illuminated on the left, and several modern skyscrapers are lit up on the right. The lights from the buildings and the tower are reflected in the calm water of the Seine river in the foreground. The sky is a deep blue, suggesting twilight.

**Jean-Pierre Tabuchi,**  
SIAAP

**Bruno Tassin,**  
Ecole des PontsParisTech

**Cécile Blatrix,**  
AgroParisTech





DATOS DEMOGRÁFICOS

---

**10.7**  
milliones

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

---

**25**

# París

La megaciudad de **París**, considerada como una zona continua en expansión en los alrededores de París, cuenta con 10.5 millones de habitantes. Se puede considerar como una megaciudad antigua, cuyo centro ha sido densificado durante el siglo XIX y la periferia después de la Segunda Guerra Mundial. París se encuentra ubicada en un área con clima templado y relativamente seco (las precipitaciones registran unos 650 mm/año con buena distribución durante todo el año).

La gestión del agua en la parte central de la zona urbana (suministro de agua y saneamiento) depende en gran medida de la infraestructura construida entre 1850 y 1890. Hoy en día, las aguas residuales procedentes de la megaciudad están conectadas a un sistema de alcantarillado único, mientras que el agua potable depende de diferentes redes que fueron desarrollándose paulatinamente utilizando diferentes recursos.

El agua subterránea es transportada a la ciudad de París desde lugares ubicados hasta 100 kilómetros de distancia desde el centro de la ciudad, lo cual aporta el 50% del agua potable, mientras que el 50% restante se obtiene del caudal de los ríos Sena y Marne. En el caso de los suburbios, el agua potable proviene principalmente de los cursos de agua, en especial de los ríos Sena y Marne.

Cuatro embalses, con una capacidad total de 810 millones de m<sup>3</sup>, fueron construidos entre 1949 y 1990, con el fin de asegurar tanto un caudal mínimo durante el verano en los ríos Sena y Marne, como la capacidad de dilución del agua residual

tratada, el enfriamiento de las centrales eléctricas, y la reducción del riesgo por inundaciones.

En relación con las aguas residuales, la ciudad de París y las ciudades suburbanas más cercanas éstas son recolectadas mediante un sistema de alcantarillado combinado (2,100 km de colectores principales) mientras que en la parte restante suburbana se recolecta mediante un sistema separado (650 km de colectores principales de aguas pluviales y 450 km de alcantarillado de aguas residuales). Seis plantas de tratamiento de aguas residuales procesan las aguas residuales de la megaciudad de París con una capacidad total equivalente a 10 millones de habitantes (temporada seca) y de 15 millones de habitantes (temporada de lluvias). Hasta hace poco, la capacidad de depuración del Gran París cumplió con los requerimientos con el consiguiente mejoramiento de la calidad del agua del Sena que es mejor ahora que hace 200 años.

La nueva estructura administrativa denominada: la "Métropole du Grand





Paris" creada en enero del 2016 representa un importante interés político, ya que se espera genere importantes cambios institucionales y de gobernanza en materia de agua, aunque es difícil predecir cuales y de qué tipo serán.

La megaciudad de París tendrá que abordar dos grandes retos en la gestión del agua:

- Asumir un crecimiento poblacional del 9% para 2012-2030 con posibles modificaciones en la distribución de la densidad de población a la escala de la megaciudad. Ante esta perspectiva, los principales problemas están relacionados principalmente con el desarrollo sostenible de una gestión de aguas pluviales, basada en el principio del restablecimiento del balance hídrico: la reducción de la escorrentía y el aumento de la infiltración y evapotranspiración, en la totalidad de la megaciudad gracias a un desarrollo Urbano bien diseñado. Esto también ayudará en la reducción del riesgo por inundaciones. En menor grado, este crecimiento demográfico también tendrá un impacto en la capacidad de purificación de las plantas de

tratamiento de aguas residuales de la megaciudad;

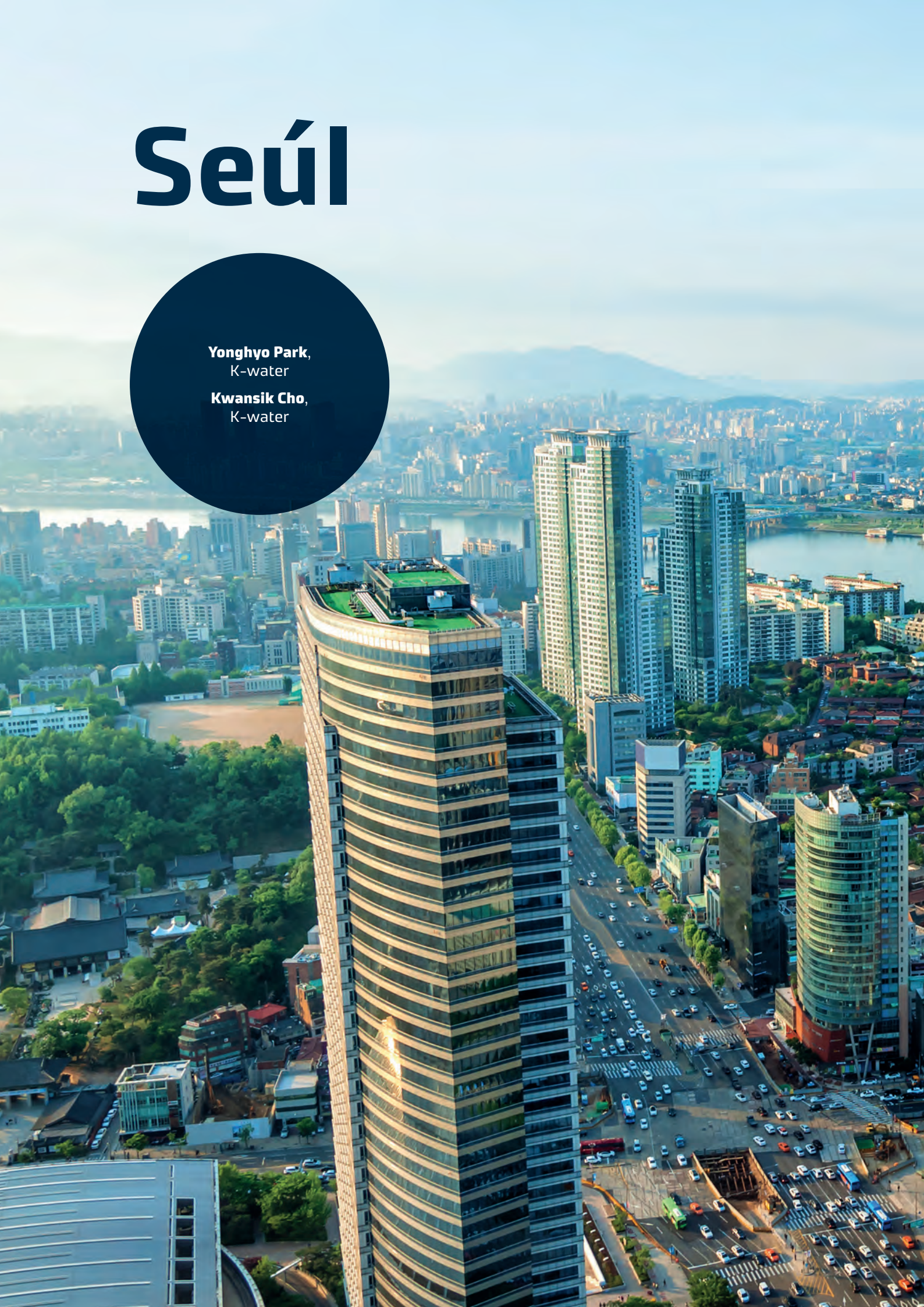
- Desarrollar una estrategia de adaptación al cambio climático. En caso de que las consecuencias del cambio climático no dieran lugar a consecuencias tan graves como en otros lugares y particularmente en las megaciudades de otras partes del planeta, éstas no van a ser del todo insignificantes. Entre las principales consecuencias están los riesgos de episodios prolongados de sequía, lo que dificultará el mantener la calidad de los ríos y sobre todo del río Sena, y posiblemente también el suministro de agua potable en la megaciudad de París. Debido a la disminución del caudal del río durante el verano, se reducirá la capacidad de dilución del río; la consecución de los objetivos de la Directiva Marco sobre Agua de la UE, así como las nuevas estrategias de gestión de aguas residuales, será cada vez más difícil, incluyendo el hecho de que la separación de la orina en la fuente misma se pondrá a prueba en los próximos años.



# Seúl

**Yonghyo Park,**  
K-water

**Kwansik Cho,**  
K-water





DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

9.8  
millones

29





# Seúl

A medida que la República de Corea comenzó a desarrollarse e industrializarse rápidamente en los años 1960 y 1970, la gente se fue trasladando a la Zona Metropolitana de **Seúl** (Seúl y sus ciudades satélites) en busca de empleos dignos y mejores oportunidades para su futuro. En la actualidad, su población total es de aproximadamente 20 millones, que es casi la mitad de la población del país.

Aunque la precipitación anual es de alrededor de 1.300 mm, ésta se concentra durante la estación del monzón (junio a agosto), con la consiguiente incapacidad de las grandes presas para controlar las continuas sequías e inundaciones.

Los gobiernos locales están a cargo del suministro de agua potable, el cual es controlado y subvencionado por el Ministerio del Medio Ambiente, mientras que el 50% (capacidad) del país depende del suministro de agua en bloque de K-water (Corporación de Recursos Hídricos de Corea), una EPE (Empresa Propiedad Estatal) dependiente del Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte. La cantidad y calidad (tratada o cruda) del agua en bloque se deciden en la fase de planificación dependiendo de las necesidades de los gobiernos locales. La tarifa es la misma para todo el país, pero varía en función de la calidad del agua (tratada o cruda), subvencionada en parte por el gobierno central, y bajo un estricto control por parte de todos los actores, incluidas las ONG.

El Área Metropolitana requiere enormes inversiones en infraestructura, incluyendo el suministro de agua, para atender las necesidades de la industria y la población centralizada. El río Han, que atraviesa el centro de Seúl, ha sido un magnífico recurso hídrico con una calidad aceptable, pero no para las ciudades satélite. Es por ello que el gobierno tomó la decisión de suministrar agua en bloque a las ciudades donde el agua no era abastecida de

forma cuantitativa y económicamente disponibles, incluyendo una pequeña parte de la ciudad de Seúl. La capacidad total es de 8.535.000 m<sup>3</sup>/día con 5 tomas de agua, 9 plantas de tratamiento de agua, y tuberías de gran escala de 1.079 km, que abastecen de agua a 13 millones de habitantes.

## El Cambio climático

El cambio climático impacta la tendencia de las precipitaciones en la República de Corea, con precipitaciones más intensas durante la temporada del monzón y sequías severas durante el periodo de reposo. Conjuntamente con las grandes presas existentes, el Gobierno ha iniciado un gran proyecto para los 4 ríos principales, incluyendo el río Han, esto es, el dragado de arena y la construcción de presas derivadoras adicionales entre las presas para evitar inundaciones causadas por las precipitaciones más intensas y para asegurar más agua durante la temporada de sequía severa.

A pesar de que durante los 2 años anteriores (2014-2015), se registró casi un 60% menos de precipitaciones, el suministro de agua fue continuo y sin suspensiones intermitentes, mientras que los operadores de las plantas de tratamiento tuvieron abordar los problemas de algas causados por la disminución en la cantidad y el aumento de temperatura del agua.





### Tratamiento Avanzado de Agua

Todas las plantas de tratamiento de agua dependían del tratamiento convencional; es decir, la sedimentación a una rápida filtración y desinfección. Sin embargo, las constantes quejas por parte del público sobre el sabor y el olor, las cuales se originaron por las concentraciones de las sustancias sápidas Geosmina y 2-MIB (metilisoborneol). El primer proyecto de diseño comenzó en el 2006 y en la actualidad la mayor parte de las plantas de tratamiento que suministran agua potable están equipadas con el tratamiento avanzado, teniendo perfectamente cuidado del sabor y el olor causado por las Geosmina y 2-MIB.

### Centro de Operación Integrada

K-water terminó el centro de operación integrada en el 2007, y todo el sistema se supervisa y controla en este centro con el menor número de operadores en cada instalación. Como una EPE, se tomó este enfoque más para la satisfacción de la población que para reducir los costos.

Todas las instalaciones operan bajo una base de datos a través del SIG, con la recolección de datos en tiempo real y la detección automática del sistema de fugas y alarma. Por lo tanto, en la actualidad es posible efectuar la detección y tomar las acciones inmediatas en caso de cualquier eventual problema en el suministro de agua.

## PLANES A FUTURO

### Tuberías duales

La interconexión de la red ha sido una

buena solución, pero no perfecta. Por lo tanto, el sistema de tubería dual resulta obligado en algunas de sus secciones, a fin de evitar la suspensión del servicio. Por lo tanto, la instalación de tubería dual está prevista junto con la interconexión de la red a fin de minimizar el riesgo de suspender el suministro de agua.

### Abastecimiento de agua saludable

K-water supervisa la calidad del agua en 250 parámetros, mientras que el criterio nacional es de apenas 85. Sin embargo, el porcentaje de personas que beben directamente agua del grifo, es sólo alrededor del 5% cuando los otros países de la OCDE como EE.UU., Canadá y Japón es alrededor del 50%. Como proveedor de agua en bloque, la cooperación con los gobiernos locales resulta inevitable si se desea aumentar esta cifra, no obstante K-water está tratando de suministrar agua con la mejor calidad, incluso con sustancias saludables tales como minerales y controlando la concentración de cloro en la red.

### Suministro Inteligente de Agua

El centro integrado de operaciones es un sistema de agua inteligente con tecnología de punta de las tecnologías de la información y de la comunicación. Sin embargo, se limita al punto de ser un proveedor y un operador de las instalaciones para la operación y mantenimiento eficientes. Por otra parte, K-water contempla la posibilidad de ofrecer al público el acceso a la información del suministro de agua a través de pantallas electrónicas ubicadas en las aceras y/o mediante las apps para teléfonos inteligentes.



# Tokio

An aerial photograph of Tokyo, Japan, showing a dense urban landscape with numerous skyscrapers and buildings. A prominent feature is a large, circular callout in the center-left, which contains text. The background shows a mix of modern high-rise architecture and older, lower-rise buildings, with a river or bay visible on the left side.

**Ei Yoshida,**  
Tokyo Metropolitan  
Waterworks Bureau

**Kiyotsugu Ishihara,**  
Tokyo Metropolitan  
Sewerage Bureau

**Yugi Daigo,**  
Tokyo Metropolitan  
Waterworks Bureau





DATOS DEMOGRÁFICOS

CLASIFICACIÓN DEMOGRÁFICA

**37.8**  
milliones

**1**



# Tokio

El servicio de agua potable y aguas residuales de **Tokio** se remonta a la década de 1890. Las instalaciones han sido objeto de ampliaciones de forma continua a medida que la gente desea un mejor servicio. Las oficinas relacionadas con el recurso, han estado realizando esfuerzos para brindar el mejor servicio, al mismo tiempo que enfrentan los nuevos desafíos del cambio climático y los desastres naturales.

Actualmente, el servicio se suministra a una población de 13 millones aproximadamente en un área de 1.235 km<sup>2</sup>. La cobertura del servicio es del 100% con 11 plantas de tratamiento de agua y 20 plantas de tratamiento de aguas residuales.

## Cambio Climático

Teniendo presente las sequías que ocasionan restricciones hídricas una vez cada tres años y los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, la Oficina de Obras Hidráulicas de Tokio está realizando acciones para asegurar la estabilidad de los recursos hídricos que haga frente a las sequías. Además, se ha implementado un sistema de respaldo para la cobertura de los servicios de agua en su conjunto, promoviendo el desarrollo de instalaciones alternativas, tuberías dobles y redes, que permita el suministro de agua continuo, incluso cuando las instalaciones de abastecimiento de agua se vean obligadas a suspender las

operaciones debido a un desastre o un accidente.

En contraste, el sistema de aguas residuales hace frente a lluvias torrenciales localizadas superiores a 50 mm/hr. Hasta el momento, el sistema urbano ha podido ser asegurado mediante una medida avanzada de control de inundaciones.

## Tratamiento Avanzado de Agua

Con el objetivo de eliminar y reducir de manera eficiente las sustancias que causan olor a humedad o cloro, la Oficina de Obras Hidráulicas de Tokio ha venido fomentando la introducción del sistema de tratamiento avanzado en todas las plantas de purificación ubicadas a lo largo

### SUMINISTRO DE AGUA Y AGUAS RESIDUALES EN TOKIO

	Habitantes	Área (km <sup>2</sup> )	Plantas (capacidad) (m <sup>3</sup> /day)	Tuberías (km)	Cobertura del Servicio
Agua*	13 millones	1,235	11 (6.86 millones.CMD)	26,616	100%
Aguas residuales			20 (5.56 millones.CMD)	16,000	

*Nota: Los datos corresponden a 2015, con la excepción de las tuberías, lo que representa la longitud total de las tuberías de distribución en 2014. \* La mayor parte (más del 97%) de los recursos hídricos depende de las aguas superficiales.*





del río Tone, fuente principal de agua de Tokio, alcanzando con ello el 100% del suministro de agua con agua tratada en el 2013. Para el resto de las plantas, se adoptó el tratamiento mediante carbón activado en polvo para las sustancias con olor a humedad, mientras se considera la introducción de sistemas de tratamiento de agua más eficientes en la renovación de las instalaciones.

Se tiene planeado introducir el tratamiento avanzado de aguas residuales para reducir la frecuencia de la marea roja en la bahía de Tokio, lo cual ocurre alrededor de 80 días al año. La introducción del tratamiento avanzado contribuirá a mejorar aún más la calidad del efluente para crear un mejor ambiente hídrico en la bahía de Tokio, así como para ahorrar energía.

### **Los desastres naturales (terremotos) y la eficiencia energética**

En base a las lecciones aprendidas durante el gran terremoto del este de Japón y las nuevas proyecciones del Gobierno Metropolitano de Tokio sobre los daños ocasionados por los terremotos, la Oficina de Obras Hidráulicas de Tokio impulsará el fortalecimiento de las instalaciones contra los terremotos, sobre todo en materia de tuberías de agua mediante el "Proyecto a 10 años sobre el Uso de Juntas de Tuberías Resistentes a Terremotos", que busca reducir de manera efectiva los daños ocasionados por la interrupción del servicio de agua.

En el caso de terremoto a gran escala se proyecta que los daños serán muy serios incluyendo la fractura de las uniones entre las alcantarillas y los pozos de registro, y la supresión de la elevación de los pozos de registro por efecto de licuefacción. Con el fin de proteger los sistemas de alcantarillado y asegurar la función del tráfico como vía de transporte de emergencia, Tokio desarrolla medidas contra los grandes terremotos y tsunamis.

Tokio fomentará las instalaciones de transporte de agua, el uso de tuberías dobles para la transmisión y distribución de agua y el establecimiento de redes que las conecten entre sí, a fin de fortalecer las funciones de respaldo. Por otra parte, Tokio impulsará su propia autosuficiencia energética mediante la construcción y el mejoramiento de las instalaciones de generación de energía ajenas a los organismos operadores.

### **Sistema de Control y Seguimiento**

La Oficina de Obras Hidráulicas de Tokio ha venido promocionando la eficiencia de las operaciones de abastecimiento de agua mediante la operación automatizada horario normal. Esto fue posible gracias a la integración de los servicios de control de operaciones (que solía realizar el personal municipal), en cuatro salas centralizadas para el seguimiento y control remoto.

# Lista de ilustraciones

**p. 14** (de izquierda a derecha y de arriba abajo):

- © Shutterstock/Pan Demin/Beijing
- © Shutterstock/DFLC Prints/Buenos Aires
- © Shutterstock/SergiyN/Chicago
- © Shutterstock/AGCGuesta/México
- © Shutterstock/Thoai/Ho Chi Minh
- © Shutterstock/Mehmet Cetin/Estambul
- © Karen/CC BY (Flickr)/Los Ángeles
- © Shutterstock/Iakov Kalinin/Londres
- © Depositphotos/Rolandas Misius/París
- © Shutterstock/Freedom Man/Seúl
- © Shutterstock/Sean Pavone/Tokio
- © Shutterstock/ARTRAN/Manila
- © Shutterstock/Mandritoiu/Nueva York
- © Shutterstock/Saiko3p/Mumbai
- © Shutterstock/Bill Kret/Lagos

**p. 33:** © CIFOR/Collecting Water/CC BY (Flickr)

**p. 34** (de izquierda a derecha):

- © ILO Arab States/Women work on computers/CC BY (Flickr)
- © UN Women/Executive Director Michelle Bachelet visits Thailand/CC BY (Flickr)
- © World Bank Photo Collection/Laos, Increasing Opportunities for Women/CC BY (Flickr)

**p. 35:** © Ganesh Pangare/City farming or urban agriculture is an important livelihood and source of income for many, especially women (Yokohama, Japan)

**pp. 36-37** © Shutterstock/Sean Pavone

**p. 39** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Yongnian Gui
- © Depositphotos/Zhu Difeng
- © Depositphotos/Wing Fong Mary Ho

**pp. 40-41:** © Shutterstock/Elnavegante

**p. 43** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Jesse Kraft
- © Depositphotos/Anibal Trejo
- © Depositphotos/Konstantin Kalishko

**pp. 44-45:** © Shutterstock/Andrey Bayda

**p. 47** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Giovanni Gagliardi
- © Depositphotos/IOFOTO Images
- © Depositphotos/Mariusz Prusaczyk

**pp. 48-49:** © Shutterstock/Xuanhuongho

**p. 51** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Михаил Стародубов
- © Depositphotos/Huynh Thu
- © Depositphotos/Elena Ermakova

**pp. 52-53:** © Shutterstock/Kukuruxa

**p. 55** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Giovanni Gagliardi
- © Depositphotos/Berkant Aydin
- © Depositphotos/Luciano Mortula

**pp. 56-57:** © Shutterstock/Igor Grochev

**p. 59** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Igor Groshev

**pp. 60-61:** © Shutterstock/S.Borisov

**p. 63** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Inna Stone
- © Depositphotos/Krisztian Miklosy
- © Depositphotos/Andrey Omelyanchuk

**pp. 64-65:** © Depositphotos/Sean Pavone

**p. 67** (de izquierda a derecha):

- © Karen/CC BY (Flickr)
- © Depositphotos/Ivan Goroun
- © Depositphotos/Sean Pavone

**pp. 68-69:** © Shutterstock/KieferPix

**p. 71** (de izquierda a derecha):

- © Depositphotos/Roland Nagy
- © Depositphotos/Antonio Oquias
- © Depositphotos/Walter Bilous



**pp. 72-73:** © Shutterstock/Jess Kraft

**p. 75** (de izquierda a derecha):

© Shutterstock/ACGGuesta

© Depositphotos/Antonio Gonzalez Cuesta

© Depositphotos/William Perry

**pp. 76-77:** © Shutterstock/KishoreJ

**p. 79** (de izquierda a derecha):

© Depositphotos/Yu Liufu

© Depositphotos/Rudolf Tepfenhart

© Depositphotos/Andrey Khrobostov

**pp. 80-81:** © Shutterstock/Songquan Deng

**p. 83** (de izquierda a derecha):

© Depositphotos/Noel Moore

© Depositphotos/Peter Gabriel

© Depositphotos/Andrey Bayda

**pp. 84-85:** © Depositphotos/TTstudio

**p. 87** (de izquierda a derecha):

© Shutterstock/Schipkova Elena

© Depositphotos/Rolandas Misius

© Depositphotos/Peter Gabriel

**pp. 88-89:** © Shutterstock/Vincent St. Thomas

**p. 91** (de izquierda a derecha):

© Depositphotos/Leung Cho Pan

© Depositphotos/Niphon Chanthana

© Depositphotos/Sean Pavone

**pp. 92-93:** © Shutterstock/TAGSTOCK1

**p. 95** (de izquierda a derecha):

© Depositphotos/Sean Pavone

***La conferencia "Agua, Megaciudades y Cambio Global", celebrada en la UNESCO en París en diciembre de 2015 en ocasión de la COP21, puso de relieve el papel central de las ciudades en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible, y especialmente, el objetivo 6 de la Agenda 2030 para garantizar el acceso universal a los servicios de agua y saneamiento.***

**Irina BOKOVA, Directora General de la UNESCO**

Este libro emana de la Conferencia Internacional "Agua, Megaciudades y Cambio Global", celebrada en París en diciembre de 2015 en ocasión de la COP21 y contiene los resúmenes de monografías de 15 megaciudades: Beijing, Buenos Aires, Chicago, Ciudad Ho Chi Minh, Estambul, Lagos, Londres, Los Ángeles, Manila, México, Mumbai, Nueva York, París, Seúl y Tokio. Una memoria USB adjunta a la presente edición impresa contiene las versiones digitales de este libro en inglés, francés y español y las versiones originales in extenso de las monografías (versiones en inglés y francés). Este contenido digital está disponible en acceso abierto en los sitios Web de los editores: [www.unesco.org](http://www.unesco.org), [www.arceau-idf.fr](http://www.arceau-idf.fr) y / o [www.eaumega.org](http://www.eaumega.org).



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

